

Kreissägenverletzungen an der Hand

Eine retrospektive Untersuchung zu Verletzungsmuster, Behandlungsverfahren, funktionellen Resultaten und sozialmedizinischen Aspekten an Patienten mit komplexen Kreissägenverletzungen an der Hand die in den Jahren 2000 bis 2005 an der Klinik für Unfallchirurgie der FSU Jena stationär behandelt wurden.

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades doctor medicinae
(Dr. med.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Caroline Mallok

geboren am 16.08.1981 in Rudolstadt

Gutachter

1.

2.

3.

Tag der öffentlichen Verteidigung:

Abkürzungsverzeichnis

DIP	Distales Interphalangealgelenk
DKKBA	Daumenkuppen-Kleinfingerbasis-Abstand
EPB	Extensor Pollicis Brevis
EPL	Extensor Pollicis Longus
FKHA	Fingerkuppenhohlhandabstand
FPL	Flexor Pollicis Longus
IP	Interphalangealgelenk
MP/MCP	Metakarpophalangealgelenk
PIP	Proximales Interphalangealgelenk

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	1
2. Einleitung	2
2.1 Die Hand im Allgemeinen	2
2.2 Verletzungen durch Kreissägen	2
2.3 Entwicklung der Replantationschirurgie	3
2.4 Bewertungsparameter nach Handrekonstruktion	5
3. Ziele der Arbeit	6
4. Material und Methoden	7
4.1 Patientengut und Aufbau der Studie	7
4.2 Allgemeine Patientendaten	7
4.3 Art und Schwere der Verletzung	8
4.3.1 Verteilung der Verletzung auf die einzelnen Finger	8
4.3.2 Ausmaß und Schwere der Verletzung	8
4.4 Erfolgte Behandlung	9
4.5 Objektive Behandlungsergebnisse	9
4.5.1 Beurteilung des Bewegungsausmaßes	9
4.5.2 Prüfung der Kraft	14
4.5.3 Prüfung der Sensibilität	16
4.5.4 Beurteilung von Durchblutung und Trophik	17
4.6 Befragung des Patienten	17
4.6.1 Allgemeine Befragung	17
4.6.2 Beurteilung der Schmerzintensität	20
4.6.3 Erhebung des DASH	20
4.7 Statistik	21
5. Darstellung der Ergebnisse	22
5.1 Angaben zum Krankengut	22
5.2 Ergebnisse der allgemeinen Patientendaten	22
5.2.1 Unfallhäufigkeit im Untersuchungszeitraum	22
5.2.2 Unfallhäufigkeit im Bezug zum Monat	23
5.2.3 Unfallhäufigkeit im Bezug zum Wochentag	23
5.2.4 Unfallhäufigkeit im Bezug zur Tageszeit	24
5.2.5 Unfallverteilung in Bezug zum Alter	25
5.2.6 Unfallhäufigkeit bezüglich Arbeits- bzw. Freizeitunfällen	25

5.2.7 Unfallhäufigkeit in Bezug zur beruflichen Tätigkeit	
zum Unfallzeitpunkt	26
5.2.8 Unfallhäufigkeit in Bezug zur beruflichen Ausbildung	26
5.2.9 Unfallhäufigkeit in Bezug zum Schulabschluss	26
5.2.10 Händigkeit	27
5.2.11 Verletzte Seite	27
5.2.12 Zeitlicher Abstand zwischen Unfall und Nachuntersuchung	28
5.2.13 Anzahl der Tage des stationären Aufenthaltes	29
5.3 Darstellung von Art und Schwere der Verletzung	31
5.3.1 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Finger	31
5.3.1.1 Einfingerverletzungen	31
5.3.1.2 Mehrfingerverletzungen	32
5.3.2 Art der Verletzung	33
5.3.2.1 Aufgliederung nach totaler Amputation, subtotaler	
Amputation sowie kombinierter	
Knochen-Weichteil-Schädigung	33
5.3.2.2 Auflistung der einzelnen verletzten Strukturen	34
5.3.3 Verletzungshäufigkeit in bezug zum Schweregrad anhand des	
HISS- Score	35
5.3.3.1 Verletzungshäufigkeit in bezug zum Schweregrad für das	
Gesamtpatientengut	35
5.3.3.2 Verletzungshäufigkeit in bezug zum Schweregrad	
für die 70 nachuntersuchten Patienten	36
5.4 Erfolgte Behandlung	38
5.4.1 Erfolgte Primärversorgung	38
5.4.2 Sekundärbehandlungen	39
5.5 Behandlungsergebnisse	40
5.5.1 Objektive Behandlungsergebnisse	40
5.5.1.1 Beurteilung der Beweglichkeit	40
5.5.1.1.1 Nachuntersuchungsschema nach Buck-Gramcko	
für Langfinger sowie, in Anlehnung an dieses,	
für Daumen nach MANDL	41
5.5.1.1.2 Nachuntersuchungsschema TAM - ASSH	45
5.5.1.1.3 Nachuntersuchungsschema Strickland	51
5.5.1.1.4 Mittelwerte der gesamten aktiven	
Bewegungsumfänge der verletzten Finger	53
5.5.1.2 Schultergelenksbeweglichkeit	54
5.5.1.3 Beurteilung der Handkraft	56
5.5.1.4 Beurteilung der Sensibilität	59
5.5.1.5 Beurteilung der Durchblutung und Trophik	62

5.5.1.6 Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit	65
5.5.1.7 Dauer der Arbeitsunfähigkeit	66
5.5.2 Subjektive Behandlungsergebnisse	70
5.5.2.1 Beurteilung der Schmerzintensität	70
5.5.2.2 Beurteilung der Ästhetik	72
5.5.2.3 Beurteilung von finanziellen Einbußen	72
5.5.2.4 Beurteilung des subjektiv empfundenen Zustandes durch den DASH	73
5.5.2.4.1 DASH - Verteilung aller nachuntersuchter Patienten	74
5.5.2.4.2 DASH - Verteilung aller nachuntersuchter BG - Patienten	75
5.5.2.4.3 DASH - Verteilung aller nachuntersuchter Kassen - Patienten	76
5.5.2.4.4 Beurteilung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH	77
5.5.2.4.5 Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Kraft des Grobgriffs und DASH	79
5.6 Mögliche Unfallursachen und Angaben zur Kreissäge	80
5.6.1 Ursachen des Kreissägeunfalls	80
5.6.2 Angabe zur verwendeten Kreissäge	80
5.6.3 Sicherheit der verwendeten Kreissägen	81
5.6.4 Erfahrung im Umgang mit Kreissägen	82
6. Diskussion	83
6.1 Allgemeine Betrachtung der Häufigkeit und Schwere von Kreissägenverletzungen	83
6.2 Unfallhäufigkeit	83
6.3 Art der Verletzung	84
6.4 Schwere der Verletzung	85
6.4.1 HISS - Score	85
6.4.2 Andere Scores	86
6.5 Behandlungsergebnisse	87
6.5.1 Objektive vs. Subjektive Behandlungsergebnisse	87
6.5.2 Objektive Behandlungsergebnisse	88
6.5.2.1 Fingerbeweglichkeit	88
6.5.2.2 Sensibilität	89
6.5.3 Subjektive Behandlungsergebnisse	91
6.5.3.1 DASH allgemein	91
6.5.3.2 DASH und objektive Parameter sowie Schwere der Verletzung	92
6.5.3.3 DASH und mögliche Einflussfaktoren	93
6.6 Postoperative Nachbehandlung	95
6.7 Ergebnisvergleich mit anderen Studien	95

6.8 Unfallursachen und Unfallvermeidung	97
7. Schlussfolgerung	99
8. Literaturverzeichnis	101
Lebenslauf	
Danksagung	
Ehrenwörtliche Erklärung	

1. Zusammenfassung

Handverletzungen durch Kreissägen zählen aufgrund der häufig resultierenden Zerstörung mehrerer Strukturen eines Fingers und auch mehrerer Finger einer Hand zu den schwerwiegendsten überhaupt. Jedoch können auch schwerstverletzte Hände, wie in dieser Untersuchung gezeigt wird, durch entsprechende operative Versorgung und postoperative Behandlung wieder zu einem gebrauchsfähigen und akzeptablen Körperteil für den jeweiligen Patienten rekonstruiert werden. Untersucht wurden 164 Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2005 an der Klinik für Hand-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Friedrich-Schiller-Universität Jena auf Grund von Kreissägenverletzungen versorgt wurden. 70 dieser Patienten konnten nachuntersucht werden. Es erfolgte eine Erhebung der Verletzungsschwere mit Ermittlung des HISS-Scores und es wurden sowohl objektive als auch subjektive Parameter herausgestellt. Im Rahmen der objektiven Parameter erfolgte zum einen die Untersuchung von Handkraft sowie Fingerbeweglichkeit mit Ermittlung des Buck-Gramcko-, TAM-ASSH- sowie Strickland-Scores, wobei sich überwiegend gute bis sehr gute Ergebnisse zeigten. Außerdem wurde die Sensibilität mittels Semmes-Weinstein-Test untersucht. Im Rahmen der subjektiven Erhebung lag ein Hauptaugenmerk auf der Ermittlung des DASH-Scores. Desweiteren wurden soziale Folgen der Kreissägenverletzungen wie Arbeitsunfähigkeit untersucht sowie mögliche Ursachen und Möglichkeiten zur Vermeidung dieser Unfälle dargestellt.

2. Einleitung

2.1 Die Hand im Allgemeinen

Die Hand des Menschen wird nicht zu Unrecht in medizinischer Fachliteratur häufig als anatomisches Wunderwerk bezeichnet. Ihr Skelett setzt sich aus 27 Knochen zusammen, von denen 8 auf die Handwurzel, 5 auf die Mittelhand und 14 auf Daumen und die Langfinger entfallen. Durch 15 Gelenke wird die Hand zur Beweglichkeit befähigt. Kraft und Beweglichkeit werden außerdem durch 40 Muskeln ermöglicht, die sich zum Teil komplett im Bereich der Hand befinden, zum Teil aber auch vom Unterarm entspringen und nur über ihre Sehnen mit den einzelnen Knochen der Hand in Verbindung stehen. Die Verteilung von freien Nervenendigungen und Tastkörperchen ist im Bereich der Fingerbeere besonders dicht, macht diese somit zum Hauptorgan der taktilen Gnosis und befähigt dadurch zum so genannten Fingerspitzengefühl.

Die Hand ist das Greifwerkzeug des Menschen und, gleich der Hand der meisten Primaten, durch einen zur Opposition befähigten Daumen gekennzeichnet. Die Evolution der Hand zu einem komplizierten Greif- und Tastorgan war eine bedeutende Voraussetzung für die Menschwerdung, ersichtlich auch an der Größe der der Handfunktion zuordenbaren Areale im Großhirn. Doch nicht nur durch die Möglichkeit des Tastens und Greifens erlangte die Hand ihren Wert für den Menschen, sondern zum Beispiel auch zum Zwecke der nonverbalen Kommunikation der Menschen untereinander im Sinne der Gestik bis hin zur Gebärdensprache der Gehörlosen (Vögelin 2002, Wilson 2000). Es ist somit nachvollziehbar, welche immense Beeinträchtigung, sowohl in funktioneller, sozialer als auch psychologischer Hinsicht, eine schwere Verletzung der Hand mit sich führt.

2.2 Verletzungen durch Kreissägen

Ein beträchtlicher Teil der Verletzungen der Hand werden durch Arbeiten an der Kreissäge verursacht. Jedoch liegen bisher nur sehr wenige Studien vor, die sich speziell mit dieser Thematik befassen.

In einer Arbeit von Christian Laukner aus dem Jahre 1978 wurden 43 Patienten der Universitätsklinik Halle mit Kreissägenverletzungen der Hand erfasst, wovon 26 nachuntersucht werden konnten. Statistische Angaben wurden vom Autor nicht gemacht (Laukner 1978). In einer zweiten Arbeit von Joachim Krüger aus dem Jahre 1989 wurden 338

Patienten der Klinik für Chirurgie der Medizinischen Akademie Magdeburg und der Einheit Kreiskrankenhaus / Kreispoliklinik Zerbst mit Kreissägenverletzungen der Hand erfasst, von denen 235 zur Nachuntersuchung erschienen. Auch hier wurden keine statistischen Angaben gemacht (Krüger 1989). Beide Arbeiten befassten sich sowohl mit der operativen Versorgung der Verletzungen, der postoperativen Behandlungen und den Behandlungsergebnissen als auch mit den Folgen für Arbeitsausfälle und finanzielle Verluste.

Eine weitere Studie zu Kreissägenverletzungen stammt aus dem Jahre 1982 von W. Bonte und R. Goldberg, wobei in dieser Studie Unfallberichte und medizinische Angaben von 226 Kreissägenverletzungen ausgewertet wurden, ohne dass Nachuntersuchungen der Patienten stattfanden (Bonte und Goldberg 1982).

Eine neuere Studie über Tischkreissägen stammt aus dem Jahre 2004 von T. Fikry, H. Saidi, M. Latifi, B. Essadki und B. Zryouil vom Hopital Universitaire Ibn-Tofail in Marrakesch, Marokko. Die Studie umfasst 834 Patienten mit Unfällen durch Tischkreissägen, wobei auch hier keine Nachuntersuchungen erfolgten und der Schwerpunkt der Studie auf den Ursachen dieser Art von Verletzungen und der Forderung nach geeigneten Maßnahmen zur Verhinderungen dieser liegt (Fikry et al. 2004).

Eine Arbeit von 2008 untersuchte 225 Patienten mit Kreissägenverletzungen, wobei auch hier auf die möglichen Ursachen dieser Verletzungen eingegangen wurde (Trybus et al. 2008).

2.3 Entwicklung der Replantationschirurgie

Kreissägenunfälle der Hand beschränken sich selten auf oberflächliche Strukturen. Meist kommt es zu kombinierten Verletzungen von Haut, Knochen, Sehnen, Muskeln, Gefäßen und Nerven, häufig bis hin zu subtotalen oder totalen Amputationsverletzung der Hand.

Durch die herausragenden Entwicklungen der Mikrochirurgie des 20. Jahrhunderts ist es zunehmend gelungen, selbst schwerstzerstörte Hände funktionell und ästhetisch zufriedenstellend zu rekonstruieren.

Das Operationsmikroskop wurde erstmalig 1921 durch Nylen in der otologischen Chirurgie eingeführt und 1953 von Zeiss in Massenproduktion hergestellt. 1960 wurde schließlich durch Jacobson und Suarez das heute gebräuchliche Operationsmikroskop eingeführt mit verbesserter Vergrößerung, Focus und Bewegung in multiplen Ebenen (Kitay und Steinberg 1998, Tamai 2005).

Die erste erfolgreiche Replantation eines komplett abgetrennten Armes eines 12 jährigen Jungen wurde 1962 in Boston durch ein chirurgisches Team unter der Leitung von Ronald Malt durchgeführt (Malt und McKhann 1964).

Durch die Entwicklung der Mikrochirurgie konnte erstmals 1962 eine Gefäßanastomose eines subtotal amputierten, avitalen Daumens mit noch erhaltener dorsaler Hautbrücke hergestellt werden (Frykman und Wood 1974, Kleinert und Kasdan 1965). Im Jahre 1968 gelang den Japanern Shigeo Komatsu und Susumu Tamai die erste Replantation eines total amputierten Fingers (Frykman und Wood 1974, Komatsu und Tamai 1968).

Während der 70er Jahre wurden zunehmend Replantationszentren und mikrochirurgische Abteilungen entwickelt, welche ihre Ergebnisse auf kritische Weise analysierten (Kitay und Steinberg 1998). Es erfolgte ein immer rasanterer Fortschritt der mikrochirurgischen Techniken und Instrumente mit ständig zunehmenden Berichten über hohe Erfolgsraten von Fingerreplantationen. Es kam daraufhin zu einer Verschiebung der Bedeutung von der Quote der Früherfolge bzw. der Überlebensrate der replantierten Finger hin zum Ausmaß der postoperativen, vor allem funktionellen, aber auch ästhetischen Rehabilitation. Ursache dafür ist auch, dass in manchen Fällen replantierte Finger keine gute Funktion aufweisen und der jeweilige Patient möglicherweise durch einen gut funktionierenden Amputationsstumpf besser versorgt wäre.

Folglich ist heute vor jedem operativen Eingriff nach schwerer Handverletzung die medizinisch und ökonomisch vertretbare Indikationsstellung für die jeweilige Operation zu überdenken und mit dem Patienten zu besprechen. Diese Indikationen müssen für jeden Patienten individuell, auch unter Berücksichtigung von Alter, beruflicher Tätigkeit und systemischen Erkrankungen, erneut erwogen werden.

Als absolute Indikationen für eine Replantation gelten im Allgemeinen alle Amputationsverletzungen bei Kindern und der Verlust des Daumens.

Kritisch wird hierzulande zum Beispiel die Indikation für Amputationen im Bereich oder distal des DIP gestellt, da dies durch lange Operationszeiten, hohe Kosten und operative Schwierigkeit gekennzeichnet ist und funktionell gegenüber anderen operativen Verfahren, wie primäre Stumpfdeckung, kaum Vorteile erbringt. Ganz anders ist dies in fernöstlichen Ländern, da dort, bestimmt durch konfuzianische Werte, eine höhere Betonung der Ästhetik vorliegt, wonach die körperliche Integrität und Erscheinung genauso bedeutsam sind wie die Funktionalität (Kim et al. 1996, Berger et al. 1997).

2.4 Bewertungsparameter nach Handrekonstruktion

Ein Hauptschwerpunkt der meisten Studien, die uns gegenwärtig zu komplexen Handverletzungen vorliegen, liegt in der Messung der Behandlungsergebnisse nach erfolgter operativer Versorgung und postoperativer Nachbehandlung.

In der Arbeit speziell über Kreissägenverletzungen von J. Krüger wurden Nachuntersuchungen der Patienten zur Erfassung der Behandlungsergebnisse durchgeführt. Dabei wurden zum einen objektive Erhebungen gemacht, so zum Beispiel die Messung der Gesamtbeugung und des Fingerkuppen-Hohlhand-Abstandes, zum anderen subjektive Einschätzungen, wie zum Beispiel zur Gebrauchsfähigkeit der Hand, in Betracht gezogen (Krüger 1989).

Ein relativ neues, jedoch mittlerweile in der Literatur zu Verletzungen der oberen Extremität bereits weit verbreitetes, sehr nützliches Instrument zur Messung der Behandlungsergebnisse ist der DASH. Dieser wurde im Jahre 1994 von der amerikanischen “Upper Extremity Collaborative Group“ entwickelt und 1997 auch in die deutsche Sprache übersetzt und erneut validiert. Es handelt sich um einen so genannten “self-report“-Fragebogen, der die subjektive Wahrnehmung des Patienten bezüglich seines gegenwärtigen Zustandes erfasst (Hudak et al. 1996, Germann et al. 1999, Germann et al. 2003). Er spiegelt den in den letzten Jahren stattgefundenen Wechsel in der Bewertung des Therapie- und Rehabilitationserfolges wieder, wonach die ausschließliche Bewertung durch objektiv messbare Parameter, wie Bewegungsausmaß und Handkraft, nicht ausreichend ist. Diese wurde daher ausgedehnt durch die Untersuchung der Art und Weise, wie jeder Einzelne seinen Gesundheitszustand empfindet.

Die Betrachtung objektiv messbarer Parameter, wie schon in der Vergangenheit üblich, in Verbindung mit der Erhebung subjektiver, validitätsgeprüfter Messwerte, sowie gegebenenfalls die zusätzliche Darstellung von Daten, die sozialmedizinisch relevante Sachverhalte wiedergeben, wie etwa die Dauer der Arbeitsunfähigkeit oder die Möglichkeit der Wiederaufnahme der bisherigen beruflichen Tätigkeit, sind Bestandteil der meisten in den letzten Jahren veröffentlichten Studien zu komplexen Verletzungen der Hand.

3. Ziele der Arbeit

Oberstes Ziel der Arbeit liegt darin, aufzuzeigen, wie selbst schwerstverletzte Hände durch entsprechende operative Versorgung und postoperative Behandlung für den jeweiligen Patienten wieder gebrauchsfähig und als akzeptabler Bestandteil des Körpers rekonstruiert werden konnten. Es sollen die unterschiedlichen Arten von Verletzungen sowie die erfolgten Behandlungen, im Sinne der operativen Versorgung der verletzten Strukturen, dargestellt werden.

Desweiteren ist es Ziel der Untersuchung, die verschiedenen objektiven sowie subjektiven Behandlungsergebnisse darzulegen sowie die Abhängigkeit dieser Behandlungsergebnisse von Art, Schwere und Lokalisation der Verletzung sowie Gegebenheiten des Patienten zu analysieren.

Im Rahmen der Auswertung der Behandlungsergebnisse soll auch der Zusammenhang der einzelnen Methoden der Nachuntersuchungen geprüft werden, im Besonderen des DASH als subjektiver “self report“- Fragebogen und der objektiven Messung von Kraft und Bewegungsausmaß der betroffenen Hand.

Ein weiteres Ziel der Arbeit ist der Versuch, Ursachen für Kreissägenverletzungen zu ermitteln und folglich Methoden zur Prävention dieser Unfälle herauszustellen.

Bedingt durch die oft starke Beeinträchtigung der Patienten durch Kreissägenverletzungen und die häufig erforderliche lang andauernde Nachbehandlung sollen auch die sozialen und ökonomischen Folgen von Kreissägenverletzungen für die Patienten, aufgrund von Arbeitsausfällen bis hin zur Erwerbsunfähigkeit, sowie eventuelle finanzielle Einbußen aufgezeigt werden.

4. Material und Methoden

4.1 Patientengut und Aufbau der Studie

Untersucht wurden diejenigen Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2005 in der Klinik für Hand-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Friedrich-Schiller-Universität Jena aufgrund von Kreissägenverletzungen versorgt worden waren. Mit Hilfe der Krankenunterlagen wurden 164 Patienten erfasst, die ein durchschnittliches Alter von 46 Jahren aufwiesen und von denen 156 (95,12%) Männer und 8 (4,88%) Frauen waren. Von diesen konnten 70 Patienten nachuntersucht und in diesem Zusammenhang befragt werden. 94 Patienten haben sich trotz mehrfacher Nachfrage nicht zur Nachuntersuchung eingefunden, waren verzogen oder aus anderem Grund nicht erreichbar und konnten folglich nicht nachuntersucht werden.

Ein Teil der Ergebnisse der Studie ergab sich aus der Aktenrecherche. Es erfolgte eine Durchsicht der Krankenakten aller 164 Patienten, vorrangig der Operationsberichte sowie der Entlassungsbriefe. Somit beziehen sich die Ergebnisse der Studie, welche allein aus diesen Akten entnommen wurden, auf alle 164 Patienten.

Des Weiteren erfolgte zum einen die Nachuntersuchung der 70 Patienten, die sich in der Klinik einfanden, in unten dargestellter Weise, zum anderen die Befragung dieser mit Hilfe eines selbsterstellten Fragebogens sowie zusätzlich mit Hilfe des DASH-Fragebogens. Dieser Teil der Ergebnisse bezieht sich somit nur auf die 70 nachuntersuchten Patienten.

4.2 Allgemeine Patientendaten

Mit Hilfe der Krankenakten konnten alle Patienten, die in oben genanntem Zeitraum aufgrund einer Kreissägenverletzung an der Klinik für Hand-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Friedrich-Schiller-Universität Jena versorgt wurden, erfasst werden. Auch konnten die allgemeinen Daten aus diesen Akten entnommen werden. Hierzu zählen:

- Unfalljahr
- Unfallmonat
- Wochentag
- Tageszeit
- Alter
- Verletzte Seite
- Dauer des stationären Aufenthaltes

- Zeitraum bis zur Nachuntersuchung

4.3 Art und Schwere der Verletzung

Durch die Aktendurchsicht wurde das Verletzungsmuster jedes einzelnen Patienten ermittelt.

Zum einen konnte die Verteilung der Verletzungen auf die einzelnen Finger, zum anderen, durch die Durchsicht der Operationsberichte in Verbindung mit vorliegenden Röntgenbildern, das Ausmaß bzw. die Schwere der Verletzung ermittelt werden.

4.3.1. Verteilung der Verletzung auf die einzelnen Finger

Es wurde herausgestellt, welche Finger bzw. welche Fingerkombinationen durch Kreissägenverletzungen am häufigsten betroffen waren.

4.3.2 Ausmaß und Schwere der Verletzung

Die Ermittlung von Ausmaß und Schwere der Verletzung erfolgte mit Hilfe der Operationsberichte, Patientenbriefe und Röntgenaufnahmen und wurde für jeden einzelnen Finger wie folgt dokumentiert:

- Amputationsverletzung / Höhe
- Keine Amputation / Höhe
 - Weichteilschaden
 - Fraktur
 - Strecksehnenverletzung
 - Beugesehnenverletzung
 - tiefe Beugesehne
 - oberflächliche Beugesehne
 - Venenverletzung
 - Arterienverletzung
 - Nervenverletzung

Hieraus wurde die Häufigkeit der Verletzung einzelner Strukturen dargestellt.

Auch wurde aus diesen Daten der HISS ermittelt. Hierbei handelt es sich um das “Hand Injury Severity Scoring System“, welches 1996 von D.A. Campbell entwickelt wurde und seither vielfältig Eingang in Studien über Handverletzungen fand. Zur Ermittlung dieses Scores erfolgt die Evaluierung jedes einzelnen verletzten Fingers, indem jeder verletzten Struktur ein entsprechender Punktwert zugeordnet ist. Zur Errechnung des Scores werden dann die Punktwerte der Verletzungen jedes einzelnen Fingers sowie die Punktwerte der einzelnen Finger einer verletzten Hand bei Mehrfachverletzungen addiert (Campbell und Kay 1996).

4.4 Erfolgte Behandlung

Die Art der operativen Versorgung wurde ebenfalls aus den vorliegenden Operationsberichten entnommen. Hieraus erfolgte die Ermittlung der Anzahl durchgeführter Eingriffe, sowie, nach Durchsicht der Patientenakten, die der erfolgten Sekundäreingriffen.

4.5 Objektive Behandlungsergebnisse

Die Darstellung der Behandlungsergebnisse bezieht sich grundsätzlich nur auf die 70 Patienten, bei denen eine Nachuntersuchung und somit tatsächlich eine Erhebung von Behandlungsergebnissen möglich war. Zu beachten ist, dass einige Werte sich auf die ganze verletzte Hand beziehen, andere allerdings, noch spezifischer, direkt auf den jeweils verletzten Finger, wobei dann eine Betrachtung von 191 verletzten Fingern zur Darstellung kommt. Dies ist im Ergebnisteil jeweils vor Ergebnisdarstellung erneut konkret angegeben.

4.5.1 Beurteilung des Bewegungsausmaßes

Die Beurteilung der Beweglichkeit der Handgelenke und Finger erfolgte jeweils manuell mit einem Goniometer (Winkelmesser), für Schultergelenk, Modell Protek (s. Abb. 1), sowie für Fingergelenke, Modell Rippstein (s. Abb. 2). Die Wahl des Goniometers erfolgte unter Berücksichtigung der Größe des zu messenden Gelenkes, und der bevorzugten Messtechnik (dorsal oder lateral).

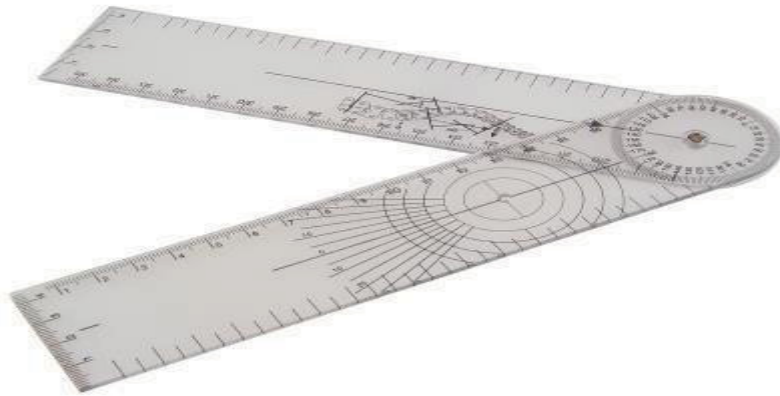


Abb. 1: Goniometer Modell Protek



Abb. 2: Goniometer Modell Rippstein

Als Grundlage für die Messung der Gelenkbeweglichkeit wurde die Neutral-Null-Methode zu Hilfe genommen. Diese wird seit 1975, auf Vorschlag der “American Academy of Orthopedic Surgeons“, als international einheitliche Standardmessung angesehen. Hierbei ist die anatomische Grundstellung als neutrale Ausgangsstellung bzw. Nullstellung festgelegt. Die gemessenen Bewegungen werden mit 3 Gradzahlen protokolliert, wobei die mittlere Zahl jeweils die Ausgangsposition angibt, die maximal erreichten Werte für Extension und Abduktion stehen an erster, die der Flexion und Adduktion an dritter Stelle. Es erfolgt jeweils eine Ab- oder Aufrundung auf 0° bzw. 5° . Insgesamt ist zu bemerken, dass es keine absoluten

Normwerte für die Gelenkbeweglichkeit gibt, da diese stets von individuellen Variablen wie Alter und Geschlecht sowie konstitutionellen und erworbenen Gegebenheiten und auch persönlichen und beruflichen Anforderungen, die an die Leistungsfähigkeit der Gelenke gestellt werden, abhängig sind (Waldner-Nilsson 1997).

In unserer Untersuchung erfolgte die Messung daher jeweils auch an der gesunden Hand. Zur Auswertung hinzugezogen wurden nur die Messwerte der aktiven Beweglichkeit, da diese für die Funktionalität der Hand die größere Aussage haben.

Bewegungsmessung der Fingergelenke nach der Neutral-0-Methode (s. Abb. 3 - 10):

Bewegungsmessung

Bewegungsmessung der Daumengelenke

der Gelenke der Finger II bis V

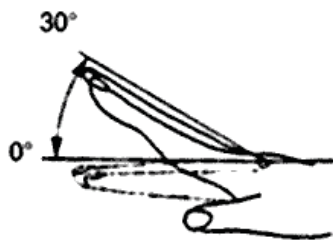


Abb. 3: Überstreckung im Grundgelenk

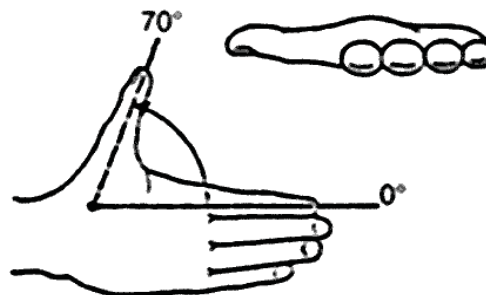


Abb. 4: Abduktion/Adduktion in der Palmarebene

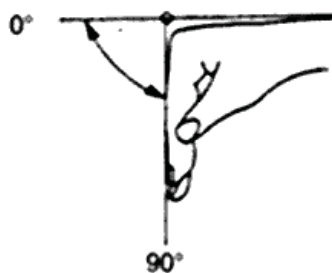


Abb. 5: Beugung im Grundgelenk

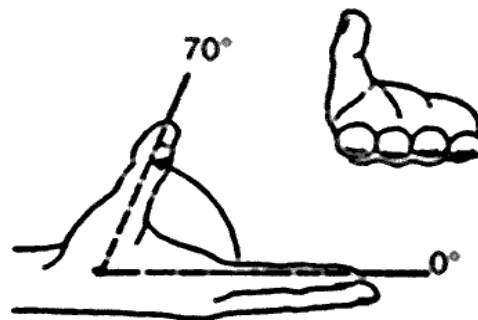


Abb. 6: Palmare Abduktion/Adduktion senkrecht
zur Palmarebene

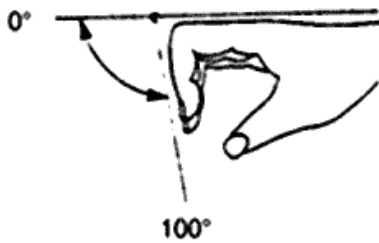


Abb. 7: Beugung im Mittelgelenk

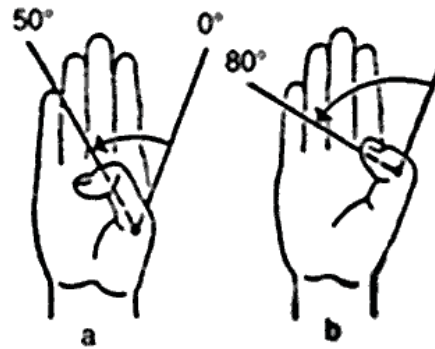


Abb. 8: Bewegung a) im Grundgelenk und
b) im Endgelenk



Abb. 9: Beugung im Endgelenk

Abb. 10: Oppositionsstellung

- a) In Ausgangsstellung
- b) Während der Bewegung
- c) In Oppositionsstellung

gemessen wird die Distanz zwischen der
Daumenkuppe und der Kleinfingerbasis

Außerdem wurde die Beweglichkeit im Schultergelenk geprüft. Hierbei erfolgten die Messung der Abduktion, Anteposition (Flexion) sowie der Außen- und Innenrotation und anschließend die Darstellung aller vier Bewegungsarten der zur verletzten Hand gehörenden Schulter in Prozent der Werte der gesunden Gegenseite.

Auch hier kam die Neutral-0-Methode zur Anwendung.

Bewegungsmessung nach der Neutral-0-Methode im Schultergelenk (Schultergürtel)
(s. Abb. 11 - 14):

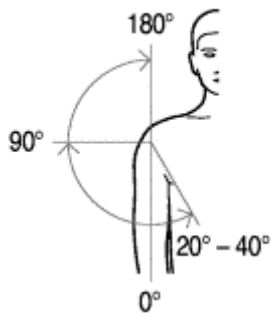


Abb. 11: Arm seitwärts / körperwärts
(Abduktion / Adduktion)

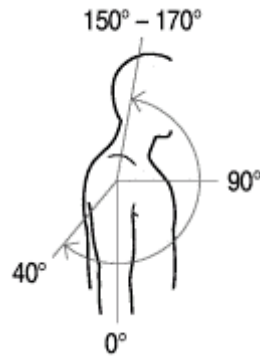


Abb. 12: Arm rückwärts / vorwärts
(Anteposition / Retroposition)

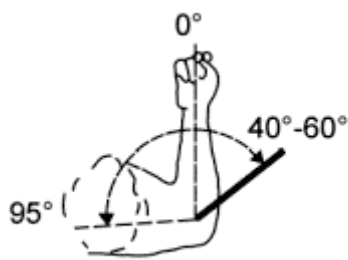


Abb. 13: Arm auswärts / einwärts drehen
(Außenrotation / Innenrotation)
Oberarm anliegend

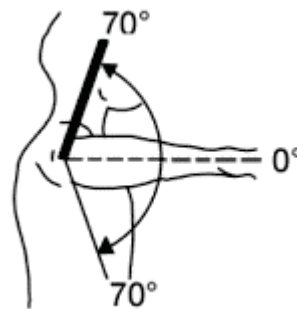


Abb. 14: Arm auswärts / einwärts drehen
(Außenrotation / Innenrotation)
Oberarm 90° seitwärts

4.5.2 Prüfung der Kraft

Es erfolgte einmal die Prüfung der Kraft des Grobgriffs unter Zuhilfenahme des JAMAR-Dynamometers (s. Abb. 15). Die Patienten wurden gebeten in sitzender Position, Oberarm anliegend, Ellenbogen um 90° gebeugt, Unterarm bezüglich Pronation / Supination in Neutralstellung (Handteller steht senkrecht) und Handgelenk in 0° - 30° Extension maximale Kraft auf das Dynamometer aufzubringen. Das Dynamometer war dabei auf die 2. Griffdistanz (= Normstufe) eingestellt. Diese Messung erfolgte jeweils 3x, abwechselnd an gesunder und verunfallter Hand; aus diesen 3 Werten wurde später ein Mittelwert gebildet. Desweiteren erfolgte die Messung des Präzisionsgriffs, und zwar durch Messung zwei verschiedener Griffarten, des Spitz- und des Schlüsselgriffs. Der Spitzgriff (Zwei-Punkte-Griff, Pinzettengriff) bezeichnet eine Fingergriffart, bei der Daumenspitze und Zeigefingerspitze zusammengedrückt werden. Beim Schlüsselgriff (Lateraler Griff) hingegen wird das Daumenendglied auf die laterale Seite des Mittelgliedes des abgebogenen Zeigefingers gedrückt. Die Messung dieser Präzisionsgriffe erfolgte unter Zuhilfenahme des "pinch-gauge" (s. Abb. 16). Der Patient wurde gebeten in sitzender Position, Oberarm in senkrechter Stellung nach unten zeigend, Ellenbogen um 90° gebeugt, Unterarm bezüglich Pronation / Supination in Neutralstellung und Handgelenk in 0°-Stellung (keine Palmarflexion oder Extension) maximale Kraft auf den "pinch-gauge" aufzubringen. Die Messung erfolgte wiederum jeweils 3x, abwechselnd mit der nichtbetroffenen und der betroffenen Hand und hieraus wurde später ein Mittelwert gebildet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte jeweils durch Angabe der Werte der verletzten Seite in Prozent der gesunden Gegenseite.

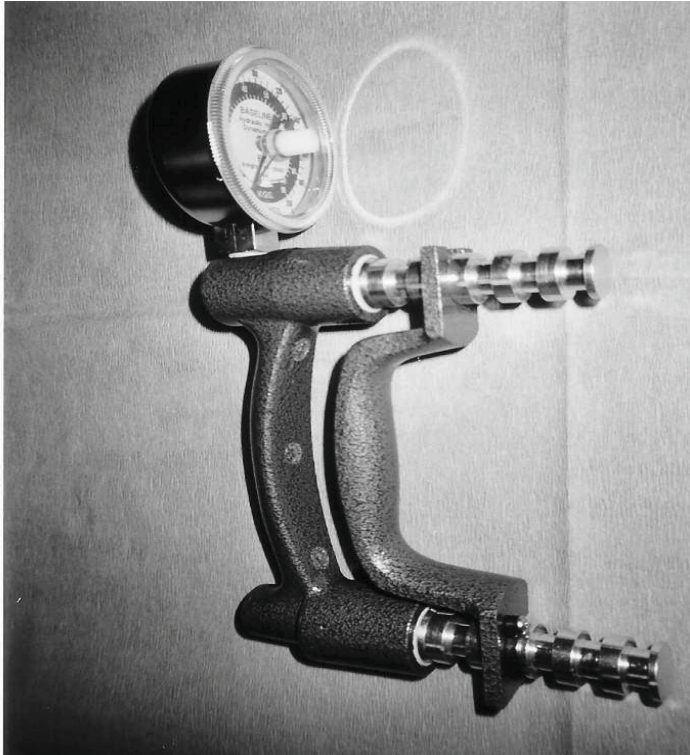


Abb. 15: JAMAR-Dynamometer

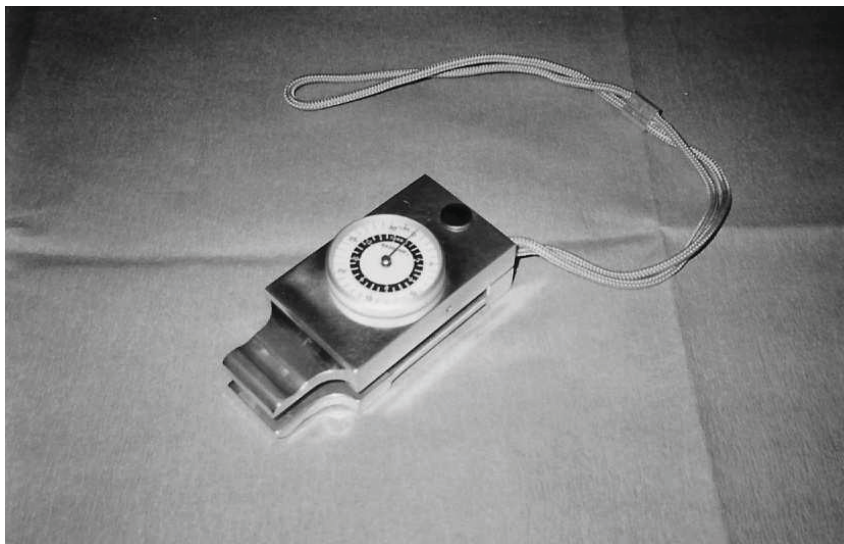


Abb. 16: pinch-gauge

4.5.3 Prüfung der Sensibilität

Die Prüfung der Sensibilität erfolgte durch den Test nach Semmes Weinstein. Die Entwicklung dieses Tests reicht zurück bis 1938, als Von Frey erstmals eine neue Methode zur Untersuchung der Drucksensibilität menschlicher Haut entwickelte. Hierzu verwendete er Pferdehaar, welches im Verlauf von Von Frey kalibriert, also variiert wurde hinsichtlich unterschiedlicher Länge und Härtegrade. 1960 wurde diese Methode von Josephine Semmes und Sidney Weinstein erneut aufgegriffen. Sie entwickelten einen Satz mit 20 kalibrierten Nylon-Monofilamenten mit unterschiedlicher Länge und Durchmesser, und somit unterschiedlichem Wirkungsspektrum bezüglich ihrer Krafteinwirkung. Diese dienten damals zur Untersuchung der Drucksensibilität von Patienten mit Schädel-Hirn-Verletzungen (Levin et al. 1978).

Es erfolgte die Messung der Sensibilität der Fingerkuppen, jeweils getrennt der ulnaren und radialen Seite, da diese für die Funktion der Hand besonders wichtig ist.

Die Filamente wurden dafür, wie in der Literatur beschrieben, jeweils am Ende des Plastikstabes gehalten und die Nylonfäden im Winkel von 90° zur Hautoberfläche aufgesetzt. Somit wurde ein Druck mit senkrechtem Vektor erreicht, in dem Moment, wenn sich das Filament bog. Dieser Druck wurde für 1,5 Sekunden aufrecht erhalten. Pro Messung wurde jedes Filament 3x angewendet und bei 2 von 3 möglichen ausgelösten Empfindungen als Sensibilitätsschwelle gewertet. Die Untersuchung erfolgte mit Filamenten in aufsteigender Reihenfolge und zwischendurch erfolgten Pausen, um die Konzentrationsfähigkeit der Patienten zu gewährleisten (Bell-Krotoski 1995) (s. Abb. 17).



Abb. 17: Sensibilitätsmessung mittels Semmes-Weinstein-Monofilamenten

4.5.4 Beurteilung von Durchblutung und Trophik

Zur Beurteilung von Durchblutung und Trophik erfolgten einmal die Messung der Temperatur bei Zimmertemperatur im Bereich der Fingerspitzen der verletzten Finger sowie die der Fingerspitzen der gesunden Finger der Gegenseite und anschließend wurde eine Differenz aus beiden gebildet. Des Weiteren wurde eine Punktzahl ermittelt. Diese ergab sich aus subjektiver Einschätzung des Patienten bezüglich seiner Kältetoleranz im Bereich der Hand, der Schweißproduktion der verletzten im Vergleich zu den gesunden Fingern, des Nagelwachstums der verletzten im Vergleich zu den gesunden Fingern sowie eine Einschätzung während der Untersuchung, also bei Zimmertemperatur, durch den Untersucher bezüglich Farbunterschieden, im Sinne livider oder abgeblasster Verfärbungen, der verletzten zur gesunden Hand.

4.6 Befragung der Patienten

Es erfolgte zum einen eine allgemeine Befragung des Patienten anhand eines selbst entworfenen Fragebogens. Des Weiteren erfolgte die Befragung anhand des DASH.

4.6.1 Allgemeine Befragung

Ein Teil der Patientenangaben wurde, wie bereits oben beschrieben, den Krankenunterlagen entnommen. Ein großer Teil wurde im Rahmen der Nachuntersuchung vom Patienten erfragt.

Hierbei wurde folgendes erfragt:

Händigkeit

Von großem Interesse, vor allem im Zusammenhang mit der verletzten Seite, ist die Händigkeit des Patienten, da hieraus auch häufig eine bessere oder schlechtere Möglichkeit des Patienten, mit Tätigkeiten des Alltags zurecht zu kommen, erklärt werden kann.

Arbeits- oder Freizeitunfall

Es erfolgte eine einfache Angabe durch den Patienten, ob die Kreissägenverletzung sich während beruflicher oder privater Tätigkeit ereignet hatte. Dies wurde zusätzlich durch die Angaben der Patientenakte überprüft. Auf dieser Grundlage erfolgt im Ergebnisteil bei einigen Punkten eine Aufgliederung in Berufsgenossenschafts-(BG) Patienten, also Patienten die aufgrund eines Arbeitsunfalles nach längerem Arbeitsausfall durch die Berufsgenossenschaft (BG) entschädigt werden und Kassen-Patienten, die nach Unfällen außerhalb der Arbeit, also in der Freizeit, durch die Krankenkasse bezahlt werden.

Schulabschluss und Berufsausbildung

Auch hierbei erfolgte eine einfache Befragung des Patienten mit freier Äußerung, welche später zur Auswertung kam.

Unfallzeit

Aufgrund der Unvollständigkeit in den Krankenakten wurde diese Angabe vom Patienten erfragt.

Berufliche Tätigkeit vor und nach dem Unfall

Zusätzlich zur Befragung des Patienten bezüglich seiner beruflichen Tätigkeit vor und nach dem Unfall, wurde der Patient gebeten, eine von untenstehenden Antwortmöglichkeiten auszuwählen:

Beurteilung der Arbeitsfähigkeit:

- 1 gleiche berufliche Tätigkeit wie vor dem Unfall
- 2 Patient ist berufsunfähig durch Unfall; übt jetzt andere berufliche Tätigkeit aus
- 3 Patient ist berufsunfähig durch Unfall; übt jetzt keine berufliche Tätigkeit aus
- 4 Patient ist erwerbsunfähig durch Unfall

Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Es wurde die Dauer vom Eintritt der Erkrankung, sprich Unfalltag, bis zur Wiederaufnahme entweder derselben Arbeit wie vor dem Unfall oder einer anderen beruflichen Tätigkeit vom Patienten erfragt. Zu bemerken ist, dass es für einen Teil der Patienten bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht möglich war, eine berufliche Tätigkeit aufzunehmen und ein weiterer Teil zum Nachuntersuchungszeitpunkt oder sogar schon zum Unfallzeitpunkt bereits berentet war. Dies ist im Ergebnisteil gesondert angegeben.

Unfallhergang sowie vermutete Unfallursache

Der Patient wurde gebeten, durch freie Äußerung eine vermutete Ursache für das Zustandekommen des Kreissägenunfalls anzugeben.

Alkoholkonsum unmittelbar vor / während der Kreissägentätigkeit

Es erfolgte eine Befragung des Patienten, ob er vor bzw. während des Unfalls Alkohol konsumiert hatte, um gegebenenfalls auch hieraus auf mögliche Ursachen zu schließen.

Angaben in Zusammenhang mit der verwendeten Kreissäge

Hierbei wurde zum einen nach der Art der verwendeten Kreissäge sowie ob diese gekauft oder selbst gebaut war gefragt. Des Weiteren wurde nach der Einhaltung von Sicherheitsbestimmung, im Speziellen dem Vorhandensein einer Schutzvorrichtung und eines Spaltkeils, gefragt.

Erfahrung im Umgang mit der Kreissäge

Es wurde die bisherige Erfahrung der Patienten im Umgang mit Kreissägen erfragt. Des Weiteren wurde unter Berücksichtigung der Ausbildung und früheren beruflichen Tätigkeit darauf geschlossen, ob diese Erfahrung, wenn vorhanden, beruflich oder privat erworben wurde.

Beurteilung der Ästhetik

Der Patient wurde gebeten, seine subjektive Meinung bezüglich der Ästhetik der vormals verletzten Hand durch Auswahl einer der untenstehenden Antworten zum Ausdruck zu bringen:

Wie beurteilen Sie das ästhetische Bild Ihrer Hand?

- 1 vergleichbar gut, nicht eingeschränkt, aus ästhetischer Sicht keine Veränderungen
- 2 ein wenig schlechter, ästhetisches Bild leicht eingeschränkt
- 3 deutlich schlechter, ästhetisches Bild stark eingeschränkt, aber tolerierbar
- 4 erheblich schlechter, ästhetisches Bild sehr stark eingeschränkt, nicht tolerierbar

Beurteilung von finanziellen Einbußen

Die Patienten wurden gebeten, subjektiv, durch Auswahl einer der untenstehenden Antwortmöglichkeiten, eine Einschätzung der finanziellen Einbußen durch die Kreissägenverletzung zu geben:

- 1 Ja, ich hatte/habe erhebliche finanzielle Einbußen durch den Unfall
- 2 Ja, ich hatte/habe geringe finanzielle Einbußen durch den Unfall
- 3 Nein, ich hatte keine finanziellen Einbußen durch den Unfall

4.6.2 Beurteilung der Schmerzintensität

Der Patient wurde dazu aufgefordert, seine Schmerzen im Bereich der verletzten Hand durch Beurteilung anhand einer visuellen Analogskala, bei der “keine Schmerzen“ mit der Bewertung “0“ und “maximale Schmerzen“ mit der Bewertung “X“ eingestuft werden, getrennt in Ruhe und bei Ausführung von Tätigkeiten, einzuschätzen.

4.6.3 Erhebung des DASH

Es erfolgte eine subjektive Einschätzung des Patienten durch den DASH, eines in der Literatur bereits mehrfach angewendeten, validierten Instrumentes zur Erhebung des Zustandes der oberen Extremität. Der DASH (Disability of Arm, Shoulder and Hand Fragebogen) ist ein “self-report“-Fragebogen, der von der amerikanischen “Upper Extremity Collaborative Group“ entworfen wurde und die subjektive Wahrnehmung des Patienten bezüglich seines gegenwärtigen Zustandes erfasst. Der Fragebogen besteht aus 3 Modulen, wobei in der vorliegenden Arbeit nur das zweite Modul Anwendung findet. Dieses besteht wiederum aus 4 Teilen, wobei Teil 1 “Tätigkeiten des Alltags“, Teil 2 “Symptome“, Teil 3 “Einschränkungen in Bezug auf sportliche und musikalische Tätigkeiten“ und Teil 4 “Einschränkung der Arbeitsverrichtung“ erhebt. Aufgrund der eingeschränkten Anwendungsmöglichkeit von Teil 3 und 4, bedingt dadurch, dass viele Patienten nicht regelmäßig sportlichen und musikalischen Aktivitäten nachgehen, und dadurch, dass einige nicht mehr arbeitstätig waren, kommt im Ergebnisteil nur Teil 1 und 2 zur Darstellung.

Um Verständnisschwierigkeiten zu vermeiden und einen einheitlichen Ablauf für alle Patienten zu gewährleisten, wurde der Fragebogen jedem Patienten ausführlich erklärt und dem Patient wurde zur Beantwortung ausreichend Zeit zur Verfügung gestellt. Auch wurde

der Patient, entsprechend der Anleitung des DASH-Fragebogens, darauf hingewiesen, dass alle Fragen gemäß dem Zustand der vergangenen Woche bzw. bei nicht vorhandener Gelegenheit für gewisse Tätigkeiten in der vergangenen Woche, die am ehesten zutreffende Antwort zu wählen ist. Auch wurde darauf hingewiesen, dass nicht ausschlaggebend ist, mit welchem Arm oder welcher Hand die Tätigkeiten ausgeübt wurden.

4.7 Statistik

Im Rahmen der deskriptiven Statistik kam mehrfach die Angabe des Mittelwertes zur Anwendung. Im Bereich der analytischen Statistik wurde vom Pearson'schen Korrelationskoeffizienten Gebrauch gemacht.

5. Darstellung der Ergebnisse

5.1 Angaben zum Krankengut

In dem untersuchten Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2005 wurden insgesamt 164 Patienten mit Kreissägenverletzungen der Hand behandelt. Von diesen konnten 70 Patienten nachuntersucht und befragt werden. Die restlichen 94 Patienten sind trotz mehrmaliger Aufforderung nicht zur Nachuntersuchung erschienen bzw. konnten zum Teil nicht ausfindig gemacht werden und konnten aufgrund dessen nur auf Grundlage Ihrer Krankenunterlagen ausgewertet werden.

5.2 Ergebnisse der allgemeinen Patientendaten

5.2.1 Unfallhäufigkeit im Untersuchungszeitraum

Im Jahre 2000 wurden 23 Patienten mit Kreissägeunfällen am Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena behandelt, mit leicht steigender Tendenz zum Folgejahr (28 Unfälle). In den Jahren 2002 und 2003 kam es wieder zum Häufigkeitsabfall (2002: 17 Unfälle, 2003: 19 Unfälle) und ab 2004 erneut zum Anstieg (2004: 36 Unfälle, 2005: 41 Unfälle) (s. Abb. 18).

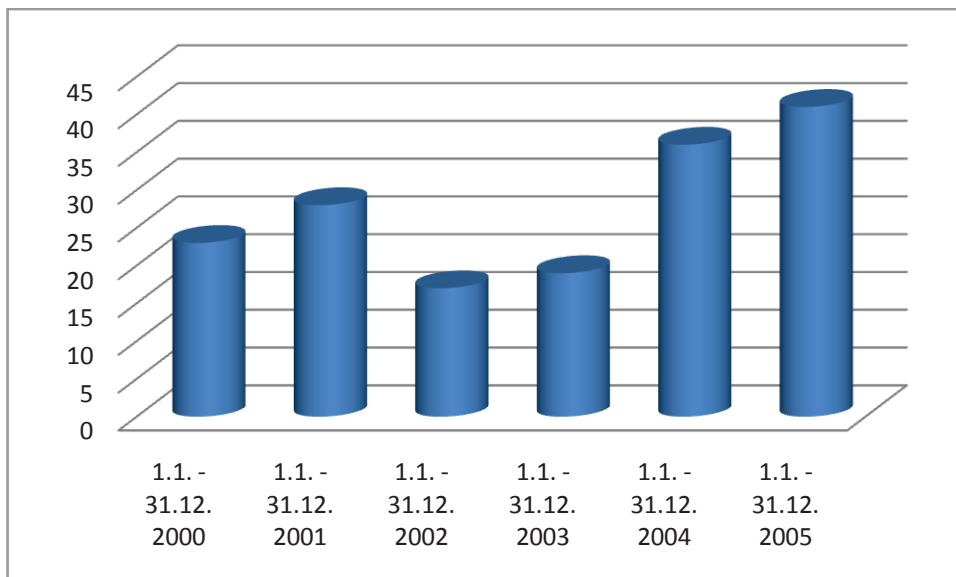


Abb. 18: Jahresverteilung

5.2.2 Unfallhäufigkeit im Bezug zum Monat

Betrachtet man die Unfallhäufigkeit im Bezug zum Monat, so lässt sich ein Anstieg im Frühjahr, mit Höhepunkt im März, erkennen, ein Rückgang während der Sommermonate, und ein erneuter Anstieg im Herbst, mit deutlichem Höhepunkt im Oktober. Am niedrigsten gestaltet sich die Verletzungshäufigkeit während der Wintermonate (s. Abb. 19).

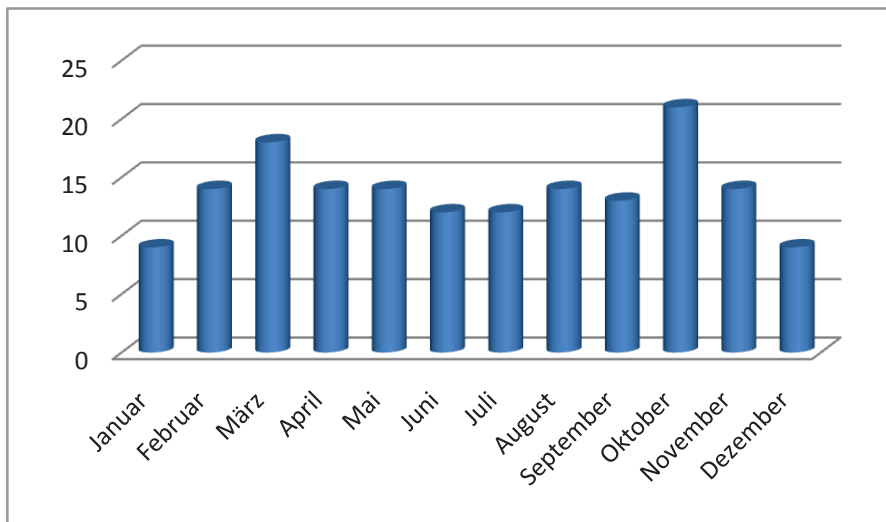


Abb. 19: Monatsverteilung

5.2.3 Unfallhäufigkeit im Bezug zum Wochentag

Bezüglich der Unfallverteilung zu den einzelnen Wochentagen zeigt sich ein Anstieg zum Ende der Woche hin, mit deutlicher Häufung am Samstag, jedoch starkem Rückgang am Sonntag (s. Abb. 20).

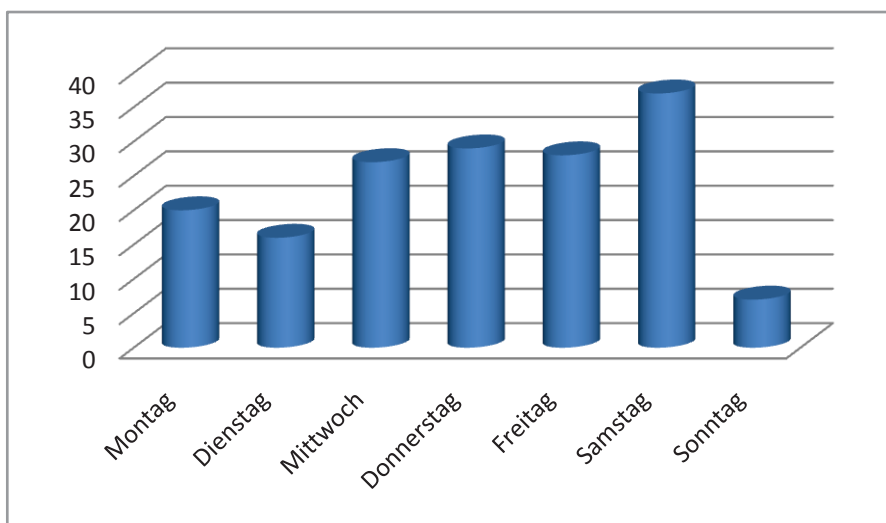


Abb. 20: Wochenverteilung

5.2.4 Unfallhäufigkeit im Bezug zur Tageszeit

Hierbei erfolgt eine Betrachtung der 70 nachuntersuchten Patienten. Sowohl am Wochenende als auch unter der Woche ereignete sich die Mehrzahl der Unfälle am Nachmittag; 43 Patienten (61,43%) verunfallten in der Zeit zwischen 12:00 Uhr und 18:00 Uhr (s. Abb. 21, 22 und 23).

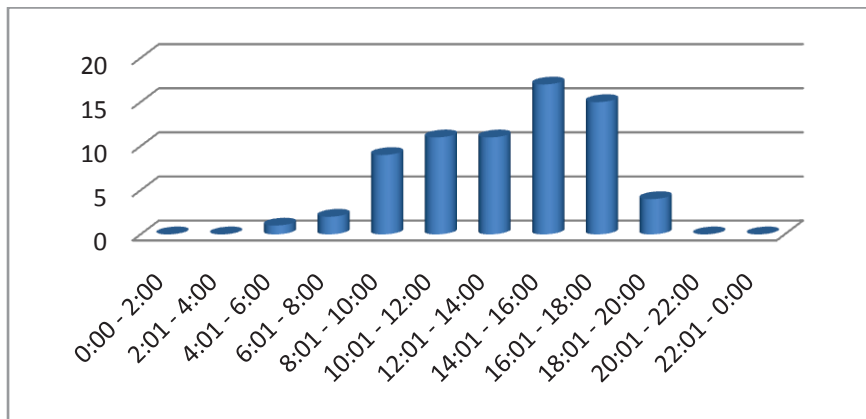


Abb. 21: Tageszeitverteilung

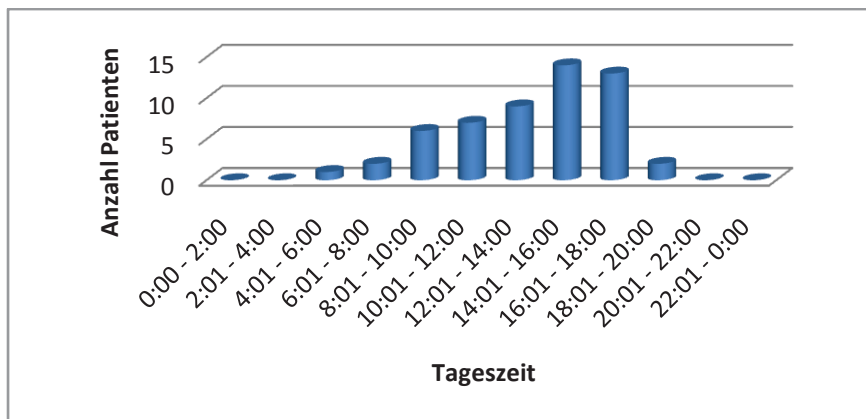


Abb. 22: Tageszeitverteilung Woche

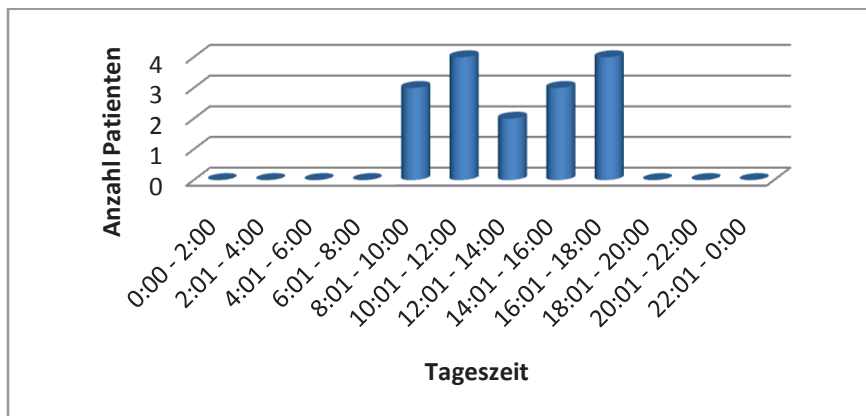


Abb. 23: Tageszeitverteilung Wochenende

5.2.5 Unfallverteilung in Bezug zum Alter

Das Alter der 164 Patienten lag zwischen 1 und 85 Jahren mit einem Altersdurchschnitt von 45,8 Jahren. Der Hauptanteil der Patienten (59,8%) befand sich im Alter zwischen 31 und 60 Jahren. 12 Patienten (7,32%) hatten zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits das Rentenalter erreicht (s. Abb. 24).

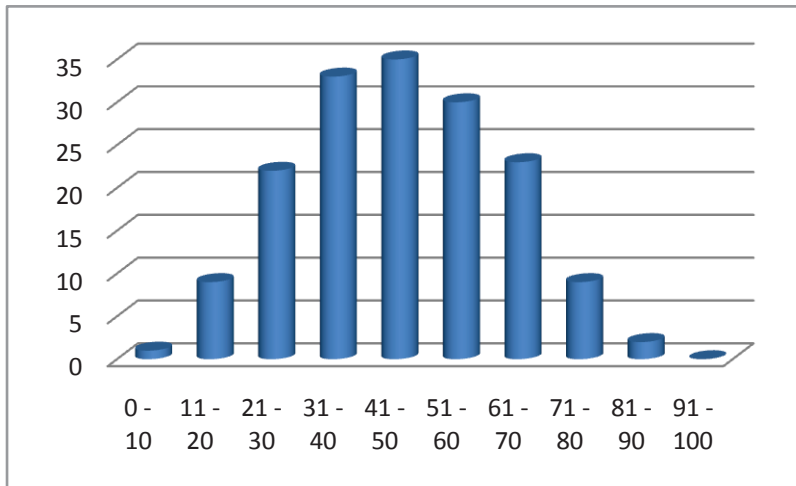


Abb. 24: Patientenalter

5.2.6 Unfallhäufigkeit bezüglich Arbeits-bzw. Freizeitunfällen

Hierbei zeigt sich, dass sich die große Mehrzahl der Unfälle, 133 an der Zahl (83,12%), im Rahmen der Freizeitbeschäftigung ereigneten, während es sich nur bei 27 der Unfälle (16,88%) um Arbeitsunfälle handelte (s. Abb.25). Bei 4 der Patienten waren diesbezüglich keine genauen Angaben zu eruieren.

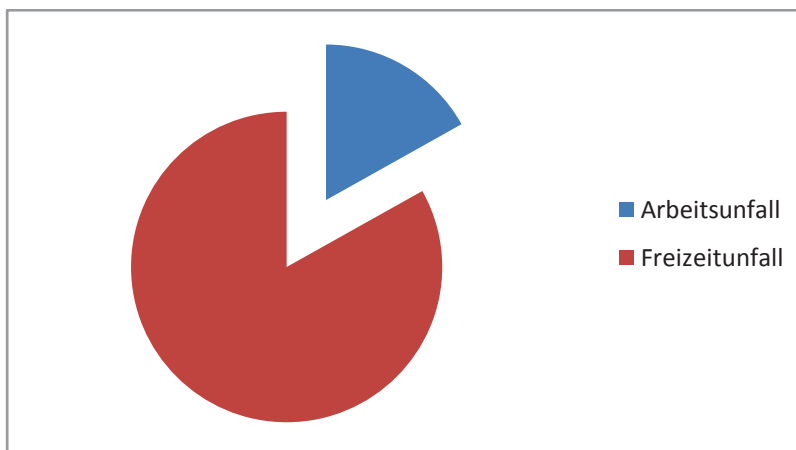


Abb. 25: Verteilung Arbeits-bzw. Freizeitunfall

5.2.7 Unfallhäufigkeit in Bezug zur beruflichen Tätigkeit zum Unfallzeitpunkt

Verteilung der 70 nachuntersuchten Patienten auf die verschiedenen Berufsgruppen:

Berufsgruppe	Anzahl
Akademiker / leitende Unternehmer	3
Angehörige landwirtschaftlicher Berufe	30
davon Holzverarbeitung	7
Arbeiter in der Landwirtschaft	3
Andere Angestellte (Büro, Dienstleistungen)	15
Rentner / Schüler / Studenten	10
Arbeitsunfähige / Erwerbsunfähige	3
Arbeitslose	6

Tab. 1

5.2.8 Unfallhäufigkeit in Bezug zur beruflichen Ausbildung

Verteilung der 70 nachuntersuchten Patienten auf die verschiedenen Berufsausbildungen:

Berufliche Ausbildung	Anzahl
Akademische Ausbildung	4
Handwerkliche Ausbildung	47
davon Holzverarbeitung	12
Landwirtschaftliche Ausbildung	4
Büro, andere Dienstleistungen	13
keine Ausbildung/Schüler	2

Tab. 2

5.2.9 Unfallhäufigkeit in Bezug zum Schulabschluss

Verteilung der 70 nachuntersuchten Patienten nach verschiedenen Schulabschlüssen:

Schulabschluss	Anzahl
Hauptschule/ 8. Klasse/ 9. Klasse	23
Realschule/ 10. Klasse	37
Fachhochschulreife	5
Hochschulabschluss	4
Noch Schüler	1

Tab. 3

5.2.10 Händigkeit

Bezüglich der 70 nachuntersuchten bzw. befragten Patienten ergab sich, dass 62 (88,57%) Rechtshänder sowie 8 (11,43%) Linkshänder waren (s. Abb. 26).

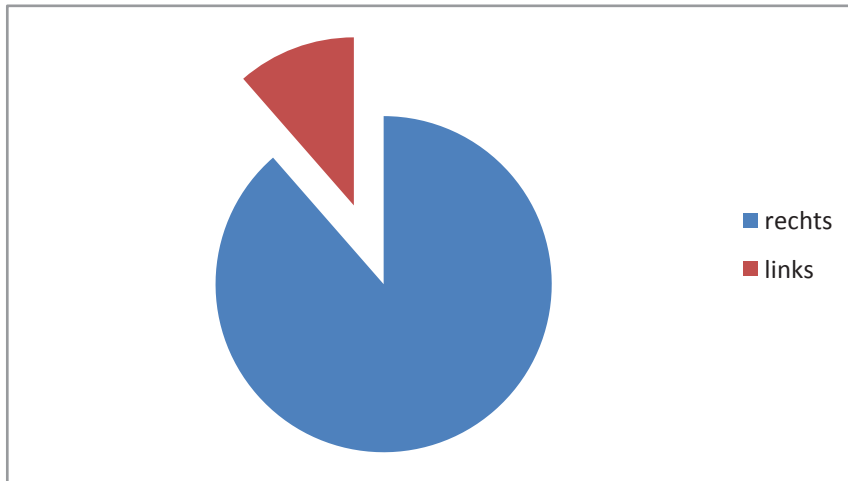


Abb. 26: Verteilung Händigkeit

5.2.11 Verletzte Seite

36 (51,43%) der 70 nachuntersuchten Patienten erlitten eine Verletzung der rechten Hand, 34 (48,57%) eine Verletzung der linken Hand (s. Abb. 27)

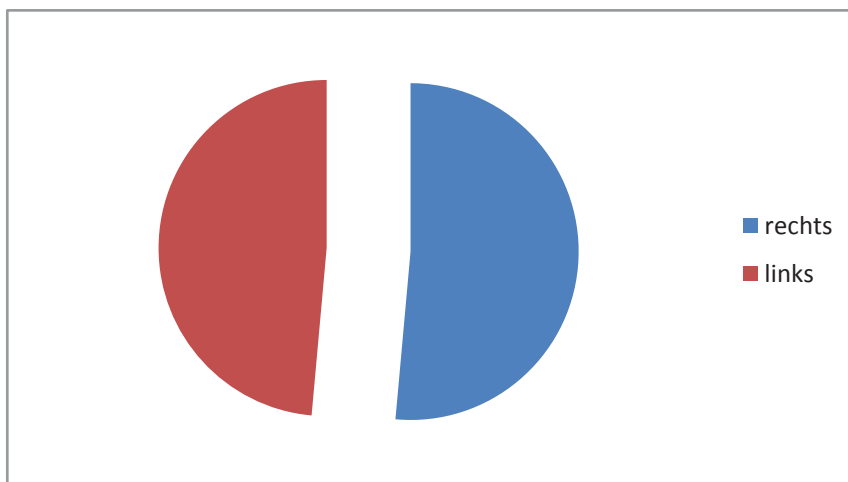


Abb. 27: Verteilung verletzte Seite

5.2.12 Zeitlicher Abstand zwischen Unfall und Nachuntersuchung

Alle 164 Patienten, die in diese Studie aufgenommen wurden, erlitten Ihren Unfall zwischen dem 01.01.2000 und dem 31.12.2005. 70 von Ihnen konnten nachuntersucht werden. Der Nachuntersuchungszeitraum erstreckte sich von Dezember 2005 bis Juni 2006. Der durchschnittliche Abstand zwischen Unfall und Nachuntersuchung betrug hierbei 33,26 Monate (s. Abb. 28).

Die Verteilung ergab sich wie folgt:

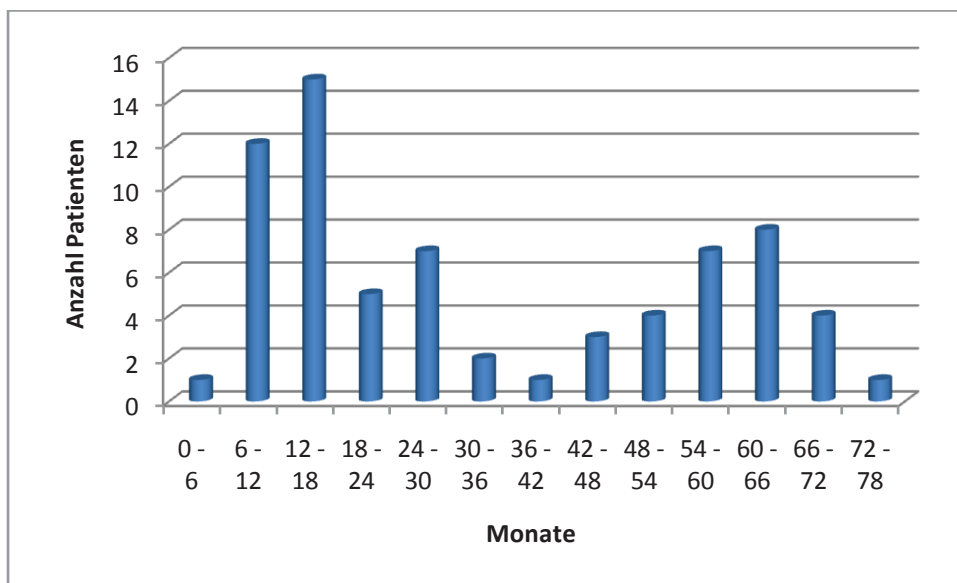


Abb.28: Abstand Unfalltag zum Nachuntersuchungszeitpunkt

5.2.13 Anzahl der Tage des stationären Aufenthaltes

Es wurde die Anzahl an Tagen ermittelt, die die 70 nachuntersuchten Patienten stationär im Krankenhaus verbrachten, sowohl während des primären Aufenthaltes sowie insgesamt bei mehrfachen Krankenhausaufenthalten. Dabei ergab sich ein Mittelwert der Anzahl stationärer Aufenthalte von 2,03, ein Mittelwert der Anzahl der Tage während des Primäreingriffes von 12,86 Tagen, sowie ein Mittelwert der Anzahl der Tage stationär im Krankenhaus insgesamt von 20,81 Tagen (s. Abb. 29 und 30).

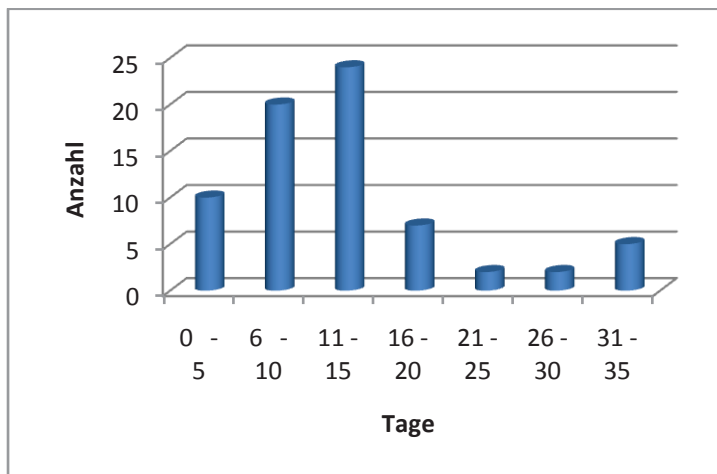


Abb. 29: Stationäre Tage Primäreingriff

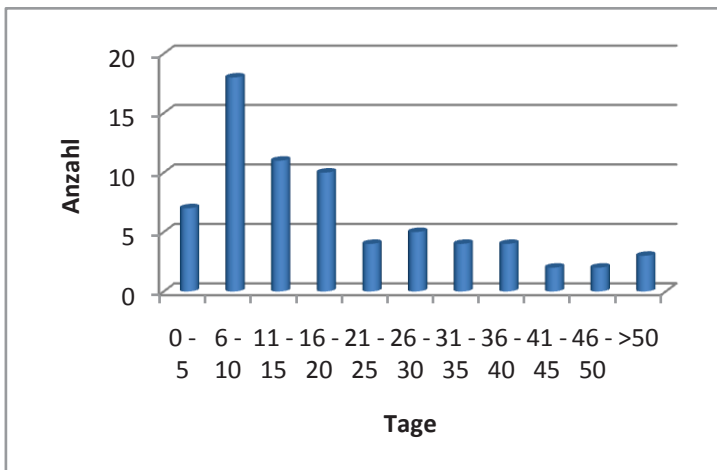


Abb. 30: Stationäre Tage gesamt

Beurteilung der Anzahl der stationären Tage bei Primäraufenthalt in Abhängigkeit vom Schweregrad der Verletzung (HISS):

Hierbei ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = 0,354$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,125$ (s. Abb. 31).

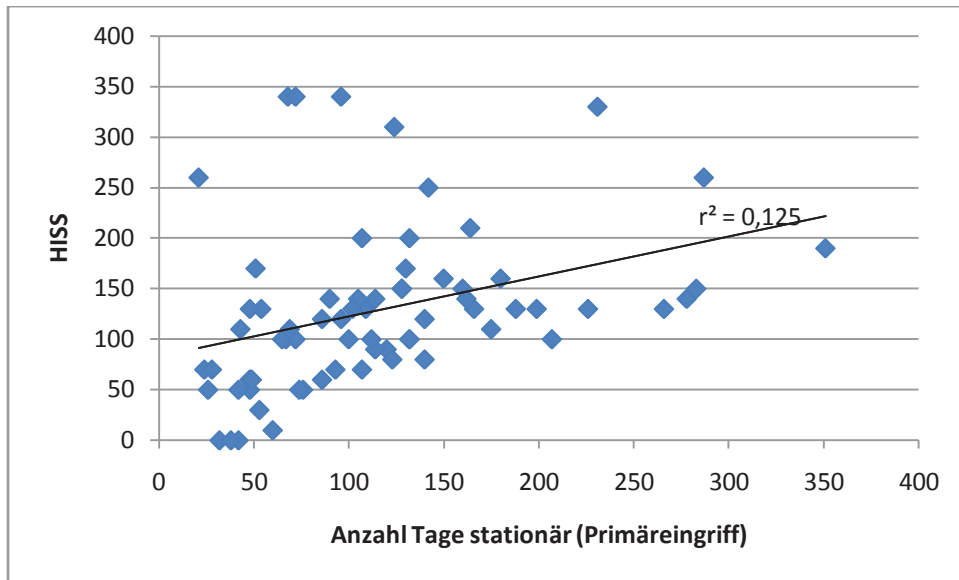


Abb. 31: Zusammenhang HISS - Tage stationär (Primäreingriff)

5.3 Darstellung von Art und Schwere der Verletzung

5.3.1 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Finger

5.3.1.1 Einfingerverletzungen

Innerhalb des Gesamtpatientengutes ereigneten sich 47 Einfingerverletzungen (28,66%) mit annähernder Gleichverteilung auf beide Hände (rechts: 25, links: 22) (s. Abb. 32).

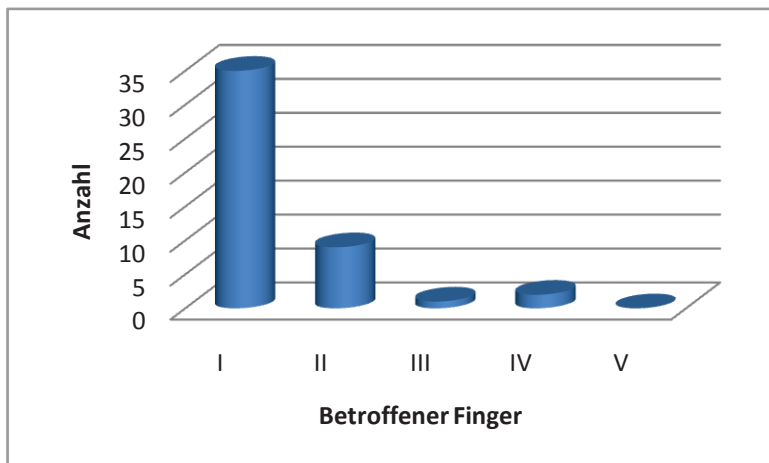


Abb. 32: Verteilung Einfingerverletzungen

Finger	Anzahl Verletzungen
I	35
II	9
III	1
IV	2
V	0

Tab. 4

5.3.1.2 Mehrfingerletzungen

Zu Mehrfingerletzungen kam es in 117 Fällen (71,34%), wobei Zwei-, Drei- und Vierfingerletzungen etwa gleich häufig zu sehen waren (36, 32 und 30 Fälle). Am seltensten waren alle 5 Finger betroffen (19 Fälle). Auch bestand hier eine annähernde Gleichverteilung zwischen rechter und linker Hand (rechts: 60, links: 57) (s. Abb. 33).

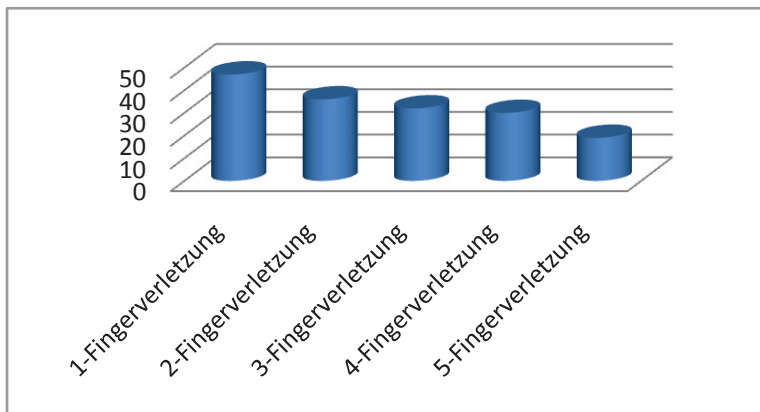


Abb. 33: Anzahl betroffener Finger

Mehrfingerletzungen:

Finger	Anzahl Verletzungen
I+II	18
II+III	11
III+IV	4
IV+V	1
II+V	1
I+IV	1
I+II+III	20

Tab. 5

Finger	Anzahl Verletzungen
II+III+IV	8
III+IV+V	4
I+II+III+IV	10
II+III+IV+V	16
I+II+III+V	2
I+III+IV+V	2
I+II+III+IV+V	19

Tab. 6

5.3.2 Art der Verletzung

5.3.2.1 Aufgliederung nach totaler Amputation, subtotaler Amputation sowie kombinierter Knochen-Weichteil-Schädigung

Es erfolgt zunächst eine Aufgliederung von 164 verunfallten Patienten mit 430 verletzten Fingern nach totalen bzw. kompletten Amputationen, subtotalen Amputationen und komplexen Knochen-Weichteil-Schädigungen. Eine subtotale Amputation wird hierbei definiert als Durchtrennung der wichtigsten anatomischen Strukturen, im Besonderen der Hauptgefäßverbindungen, wobei nicht mehr als maximal 25% der Zirkumferenz des Weichteilmantels erhalten und eine Durchblutung nicht nachweisbar sein darf. Entscheidend ist, dass ohne die Anastomosierung eine Nekrose des distalen Abschnittes (Amputates) eintreten würde. Besteht noch eine ausreichende Restdurchblutung, so spricht man von einer (schweren) kombinierten Knochen-Weichteilverletzung (Berger und Hierner 2001) (s. Abb. 34).

Art der Verletzung	Anzahl
Totale Amputation (Tot. Amp.)	105
Subtotale Amputation (Subt. Amp.)	88
Kombinierte Knochen-Weichteil-Schädigung (Komb. KnWV)	237

Tab. 7

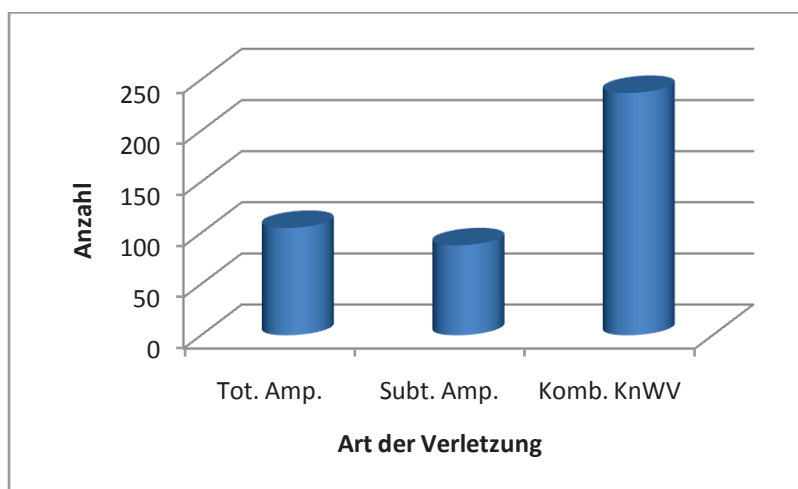


Abb. 34: Art der Verletzung

5.3.2.2 Auflistung der einzelnen verletzten Strukturen

Hierbei erfolgt eine Auflistung der verletzten Strukturen von 164 verunfallten Patienten mit 430 verletzten Fingern.

Art der Verletzung	Anzahl
Weichteilverletzungen	428
Einfach	393
Mit Defekt	35
Nagelverletzungen	14
Frakturen	271
Einfach	104
Mit Gelenkbeteiligung	92
Trümmerfraktur	42
Mit Defekt	17
Gelenk-Trümmerfraktur	16
Sehnenverletzungen	592
Strecksehne (Langfinger)	165
Oberflächliche Beugesehne (Langfinger)	146
Tiefe Beugesehne (Langfinger)	171

Tab. 8

Art der Verletzung	Anzahl
Extensor-pollicis-longus Sehne	47
Extensor-pollicis-brevis Sehne	20
Flexor-pollicis-longus Sehne	43
Nervenverletzungen	457
1 / Finger	71
2 / Finger	193
Arterienverletzungen	396
1 / Finger	58
2 / Finger	169
Venenverletzungen	143

Tab. 9

5.3.3 Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad anhand des HISS-Score

5.3.3.1 Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad für das Gesamtpatientengut

Die Ermittlung der Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad zeigte für alle 164 Patienten, dass etwas mehr als die Hälfte (50,61%) der verletzten Hände einen HISS-Score über 100 erreichten, d.h. der Gruppe “major“ zugeordnet werden konnten (s. Abb. 35 und 36).

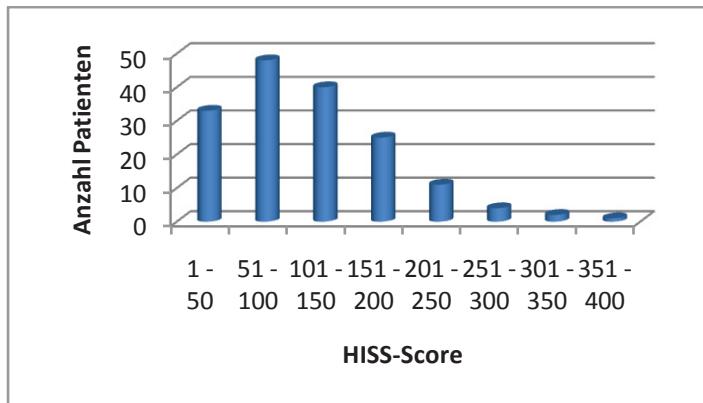


Abb. 35: HISS-Verteilung

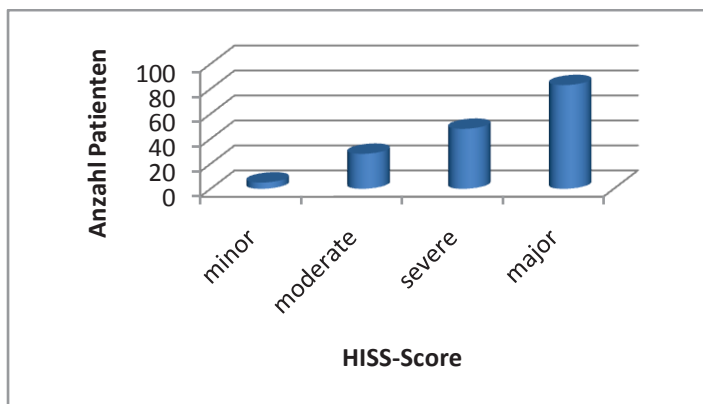


Abb. 36: Hiss-Verteilung (minor = < 20, moderate = 21 - 50, severe = 51 - 100, major = >100)

HISS - Score	Anzahl Patienten
1 - 50	33
51 - 100	48
101 - 150	40
151 - 200	25
201 - 250	11
251 - 300	4
301 - 350	2
351 - 400	1

Tab. 10

5.3.3.2. Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad für die 70 nachuntersuchten Patienten

Hierbei erfolgte eine Unterscheidung zwischen BG- und Kassen-Patienten:

BG-Patienten (s. Abb. 37 und 38):

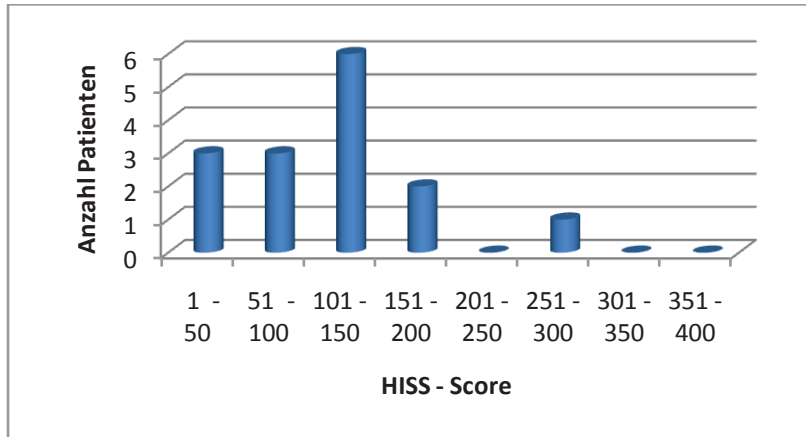


Abb. 37: HISS-Verteilung BG-Patienten

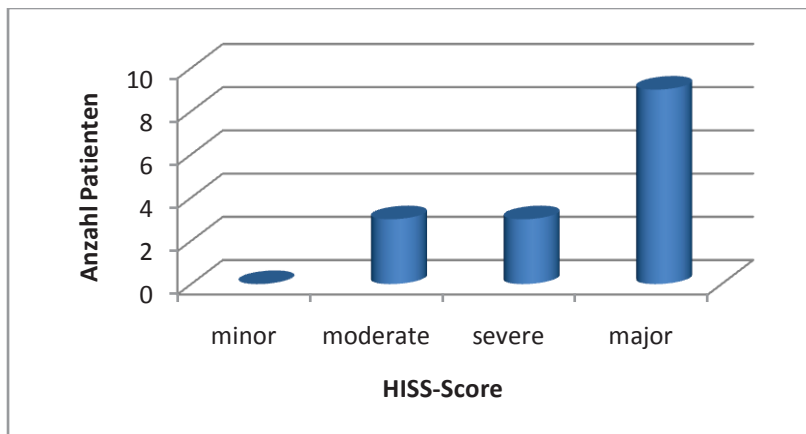


Abb. 38: HISS-Verteilung BG-Patienten

HISS - Score	Anzahl Patienten
1 - 50	3
51 - 100	3
101 - 150	6
151 - 200	2
201 - 250	0
251 - 300	1
301 - 350	0
351 - 400	0

Tab. 11

Die Ermittlung der Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad zeigte für die BG-Patienten, dass 60% der verletzten Hände einen HISS-Score über 100 erreichten, d.h. der Gruppe "major" zugeordnet werden konnten.

Kassen-Patienten (s. Abb. 39 und 40):

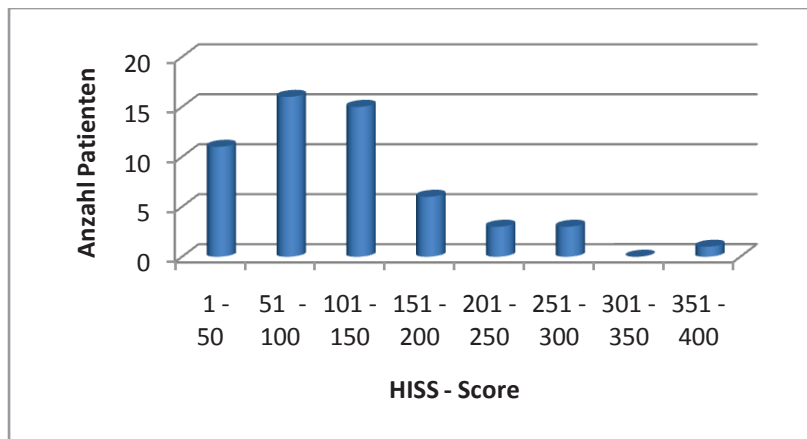


Abb. 39: HISS-Verteilung Kassen-Patienten

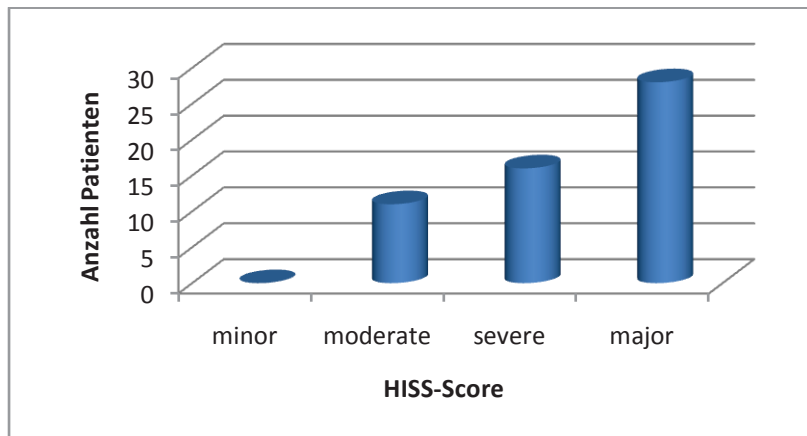


Abb. 40: HISS-Verteilung Kassen-Patienten

HISS - Score	Anzahl Patienten
1 - 50	11
51 - 100	16
101 - 150	15
151 - 200	6
201 - 250	3
251 - 300	3
301 - 350	0
351 - 400	1

Tab. 12

Die Ermittlung der Verletzungshäufigkeit in Bezug zum Schweregrad zeigte für die Kassen-Patienten, dass 50,91% der verletzten Hände einen HISS-Score über 100 erreichten, d.h. der Gruppe “major“ zugeordnet werden konnten.

5.4 Erfolgte Behandlung

5.4.1 Erfolgte Primärversorgung der 430 verletzten Finger

Erfolgter Eingriff	Anzahl
Wundversorgung	399
Offene Wundbehandlung	8
Freies Hauttransplantat	13
Vollhaut	12
Spalthaut	1
Hautlappen	10
Nachamputation bzw. Stumpfbildung	86
Sehnennaht	313
Beugesehne	187
Tiefe Beugesehne Langfinger	96
Oberflächliche Beugesehne Langfinger	66
FPL-Sehne Daumen	25
Strecksehne	126
Langfinger	91
EPL-Sehne	29
EPB-Sehne	6
Nervennaht	218
1 / Finger	76
2 / Finger	71
Nerventransplantation	3

Tab. 13

Erfolgter Eingriff	Anzahl
Osteosynthese	
K-Draht	113
Platte	36
Fixateur externe	8
Schraube	32
Zuggurtung	2
Arthrodese	40
Knocheninterponat	10
Anderer Finger	6
Beckenkamm	1
Andere Stelle	3
Arteriennaht	118
1 / Finger	70
2 / Finger	24
Veneninterponat	7
Venennaht	52
1 / Finger	12
2 / Finger	20
Transposition Finger	anderer 2

Tab. 14

5.4.2 Sekundärbehandlungen

Es kommt zur Darstellung der erfolgten Sekundäreingriffe der verletzten Hände der 70 nachuntersuchten Patienten. Insgesamt konnten 63 Sekundäreingriffe erfasst werden, die zwischen wenigen Tagen bis zu mehreren Monaten nach dem Primäreingriff stattgefunden hatten.

Erfolgter Eingriff	Anzahl
Nachamputation	12
nach Replantation	7
bei instabilem Stumpf	1
wegen schlechter Funktion	3
wegen Infektion	1
Tenolyse	7
Ringbandsplaltung	2
Ringbandplastik	3
Sehnenplastik	5
Sekundäre Sehnen- bzw. Re-sehnennaht	3
Neuromexstirpation	3
Kallusdistraction	4

Tab. 15

Erfolgter Eingriff	Anzahl
Zehentransplantation	1
Hautdefektdeckung	13
Vollhauttransplantation	2
Spalthauttransplantation	2
Lappenplastiken	9
Nerveninterpositionsplastik	3
Sekundäre Nerven-naht	1
Pseudarthrosenresektion	2
Gelenkprothesenimplantation	1
Re-Osteosynthese	2
Arthrodesen	1

Tab. 16

5.5 Behandlungsergebnisse

5.5.1 Objektive Behandlungsergebnisse

5.5.1.1 Beurteilung der Beweglichkeit

Zur Beurteilung des Bewegungsausmaßes von 191 nachuntersuchten verletzten Fingern erfolgte die Messung der Beweglichkeit der einzelnen Gelenke mittels Goniometer und Neutral-0-Methode (näheres hierzu siehe Methodenteil). Zur Veranschaulichung des Aufbaus der Hand aus den einzelnen Handknochen sowie deren Verbindung durch die jeweiligen Gelenke dient die unten stehende Abbildung (s. Abb. 41). Aus den einzelnen Werten erfolgte die Errechnung von drei in der Literatur zu Handverletzungen häufig angewendeten Scores, nämlich des Buck-Gramcko-Scores, des TAM-ASSH sowie des Strickland-Scores (original und modifiziert).

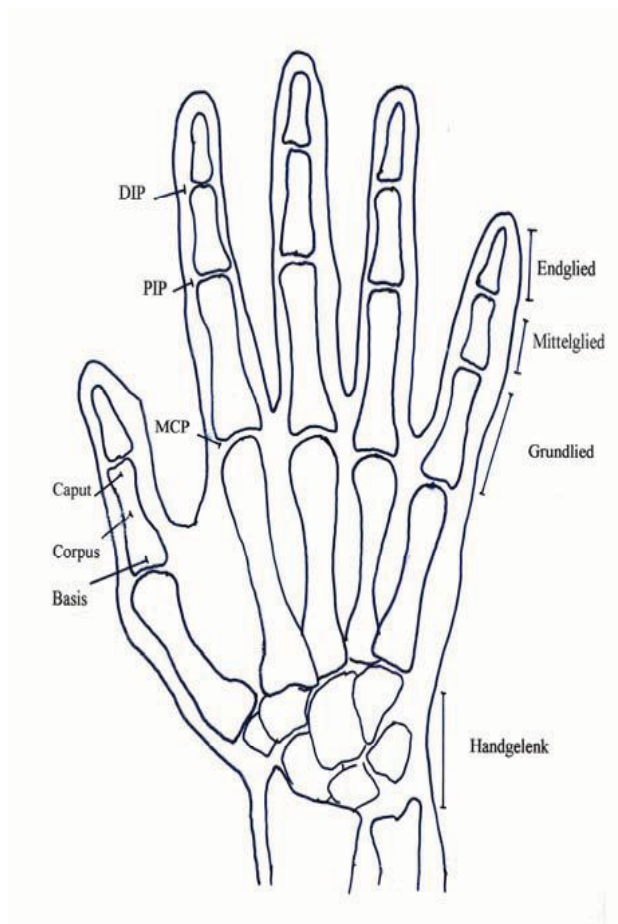


Abb. 41: Lokalisation der Hand- und Fingerabschnitte. Jedes End-, Mittel- und Grundglied wird in seine einzelnen Abschnitte unterteilt (Caput distal, Corpus medial und Basis proximal).

Zur Beurteilung der Beweglichkeit der Langfinger kam das Bewertungsschema für Nachuntersuchungen von Beugesehnenverletzungen von Buck-Gramcko zur Anwendung. In Anlehnung an dieses erfolgte die Beurteilung der Beweglichkeit des Daumens durch das Schema von MANDL. Weiterhin erfolgte die Beurteilung der Beweglichkeit durch den Total Active Motion-Score (TAM-Score) sowie durch den Strickland-Score. Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit erfolgte die Darstellung jeweils einmal für die gesamte Anzahl verletzter Finger sowie getrennt für Daumen und Langfinger, wobei sich die Anwendbarkeit des Strickland-Scores auf Langfinger beschränkt.

5.5.1.1.1 Nachuntersuchungsschema nach Buck-Gramcko für Langfinger sowie, in Anlehnung an dieses, für Daumen nach MANDL

Langfinger:

FKHA / Gesamtbeugung	0 - 2,5 cm / $\geq 200^\circ$	6 Punkte
	2,5 - 4 cm / $\geq 180^\circ$	4 Punkte
	4 - 6 cm / $\geq 150^\circ$	2 Punkte
	> 6 cm / $< 150^\circ$	0 Punkte
Streckdefizit	$0^\circ - 30^\circ$	3 Punkte
	$31^\circ - 50^\circ$	2 Punkte
	$51^\circ - 70^\circ$	1 Punkt
	$> 70^\circ$	0 Punkte
Bewegungsausmaß	$\geq 160^\circ$	6 Punkte
	$\geq 149^\circ$	4 Punkte
	$\geq 120^\circ$	2 Punkte
	$< 120^\circ$	0 Punkte

Bewegungsausmaß = FKHA / Gesamtbeugung - Streckdefizit

Tab. 17

Daumen:

DKKBA / Gesamtbeugung	0 - 3,5 cm / $\geq 130^\circ$	6 Punkte
	3,6 - 5 cm / $\geq 110^\circ$	4 Punkte
	5,1 - 7,0 cm / $\geq 90^\circ$	2 Punkte
Streckdefizit	$0^\circ - 30^\circ$	3 Punkte
	$31^\circ - 50^\circ$	2 Punkte
	$51^\circ - 70^\circ$	1 Punkt
	$>70^\circ$	0 Punkte
Bewegungsausmaß	$\geq 110^\circ$	6 Punkte
	$90^\circ - 109^\circ$	4 Punkte
	$70^\circ - 89^\circ$	2 Punkte
	$<70^\circ$	0 Punkte

Bewegungsausmaß = DKKBA / Gesamtbeugung - Streckdefizit

Tab. 18

Ergebnisse für das Bewegungsausmaß von 147 nachuntersuchten Langfingern (s. Abb. 42):

Buck-Gramcko	Anzahl
Sehr gut	61 (41,5 %)
Gut	22 (14,96 %)
Befriedigend	7 (4,76 %)
Schlecht	57 (38,78 %)

Tab. 19

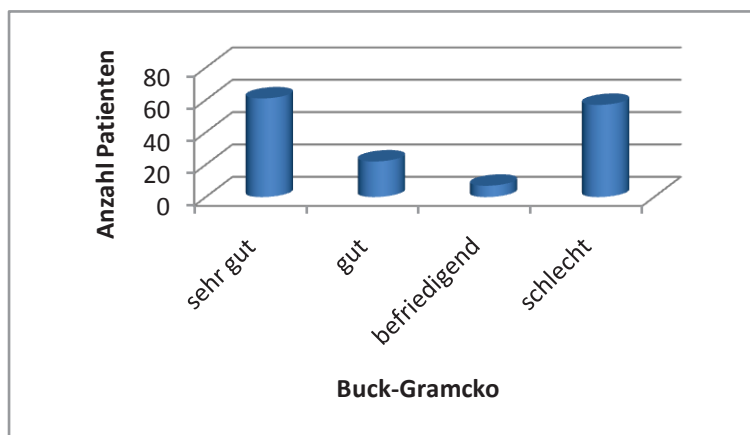


Abb. 42: Buck-Gramcko Verteilung Langfinger

Ergebnisse für das Bewegungsausmaß von 44 nachuntersuchten Daumen (s. Abb. 43):

Buck-Gramcko	Anzahl
Sehr gut	22 (50%)
Gut	6 (13,64%)
Befriedigend	5 (11,36%)
Schlecht	11 (25%)

Tab. 20

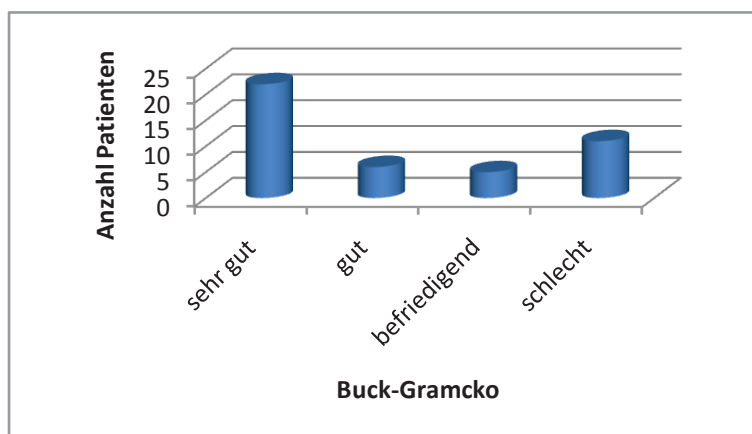


Abb. 43: Buck-Gramcko Verteilung Daumen

Ergebnisse für das Bewegungsausmaß von allen 191 nachuntersuchten Fingern (s. Abb. 44):

Buck-Gramcko	Anzahl
Sehr gut	83 (43,45%)
Gut	28 (14,66%)
Befriedigend	13 (6,81%)
Schlecht	67 (35,08%)

Tab. 21

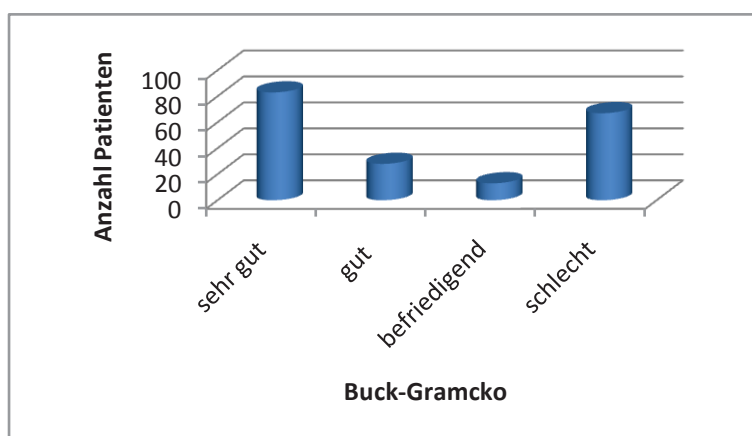


Abb. 44: Buck-Gramcko-Verteilung gesamt

Beurteilung der Beweglichkeit nach Buck-Gramcko in Abhängigkeit vom Schweregrad (HISS) für 191 verletzte Finger (s. Abb. 45):

Hierbei ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von $r = -0,5806$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0,337$.

Schweregrad (HISS)	1 - 10	11 - 20	21 - 30
Buck-Gramcko	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Gesamt	81	71	39
Sehr gut	60	19	4
Gut	8	14	6
Befriedigend	3	8	2
Schlecht	10	30	27

Tab. 22

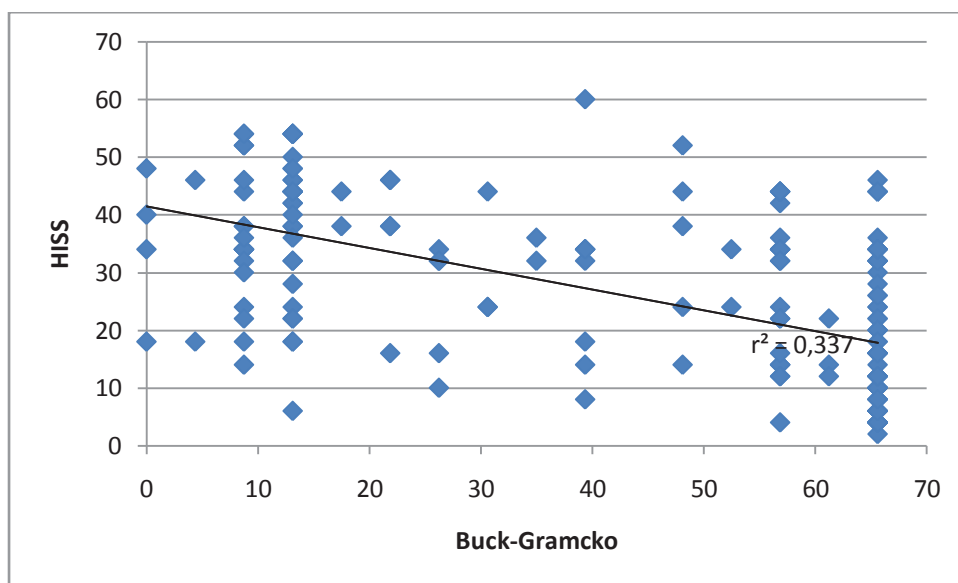


Abb. 45: Zusammenhang HISS - Buck-Gramcko

5.5.1.1.2 Nachuntersuchungsschema TAM-ASSH (Kleinert und Verdan 1983)

Hierbei erfolgt die Ermittlung der Beweglichkeit der 3 Fingergelenke in Grad, abzüglich eines Streckdefizites und einer Hyperextension.

TAM = gesamter aktiver Bewegungsumfang (MP + PIP + DIP)

-Streckdefizit (MP + PIP + DIP)

-Hyperextension (MP + PIP + DIP)

Es wird der prozentuale Verlust des aktiven Bewegungsumfanges berechnet:

TAM verletzter Finger

TAM gesunder Finger der kontralateralen Hand

=

% des normalen Bewegungsumfanges

Die Ergebnisbewertung erfolgt nach folgendem Schema:

Bewertung	TAM / % der gesunden Gegenseite
Excellent	> 95 %
Good	> 75 %
Fair	> 50 %
Poor	< 50 %

Tab. 23

Ergebnisse für die Bewegungsumfänge von 147 nachuntersuchten Langfingern (s. Abb. 46 und 47):

TAM	Anzahl
Excellent	16 (10,88%)
Good	48 (32,65%)
Fair	33 (22,45%)
Poor	50 (34,01%)

Tab. 24

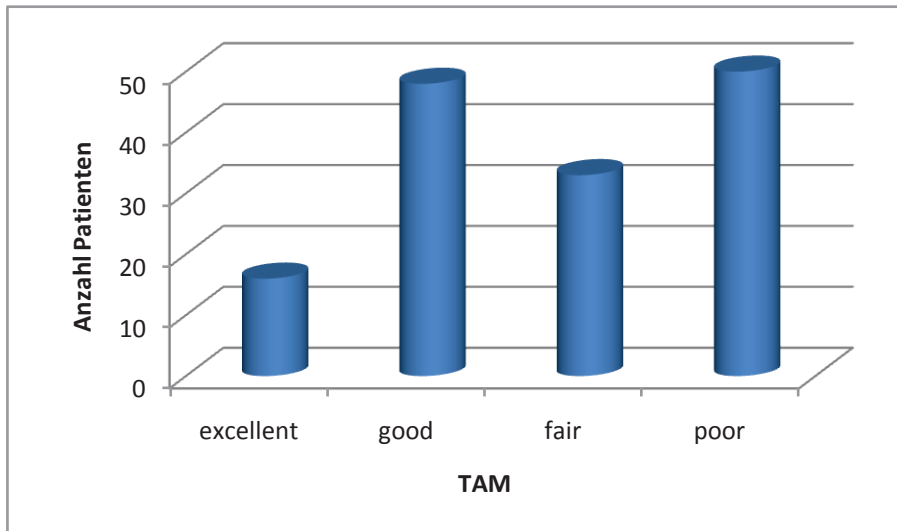


Abb. 46: TAM - Verteilung Langfinger

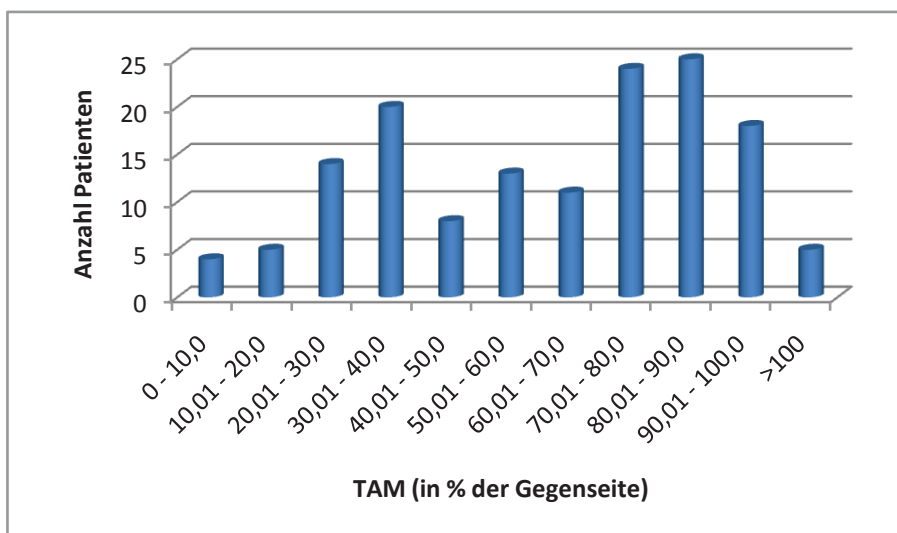


Abb. 47: TAM - Verteilung Langfinger

Ergebnisse für die Bewegungsumfänge von 44 nachuntersuchten Daumen (s. Abb. 48 und 49):

TAM	Anzahl
Excellent	7 (15,91%)
Good	13 (29,55%)
Fair	12 (27,27%)
Poor	12 (27,27%)

Tab. 25

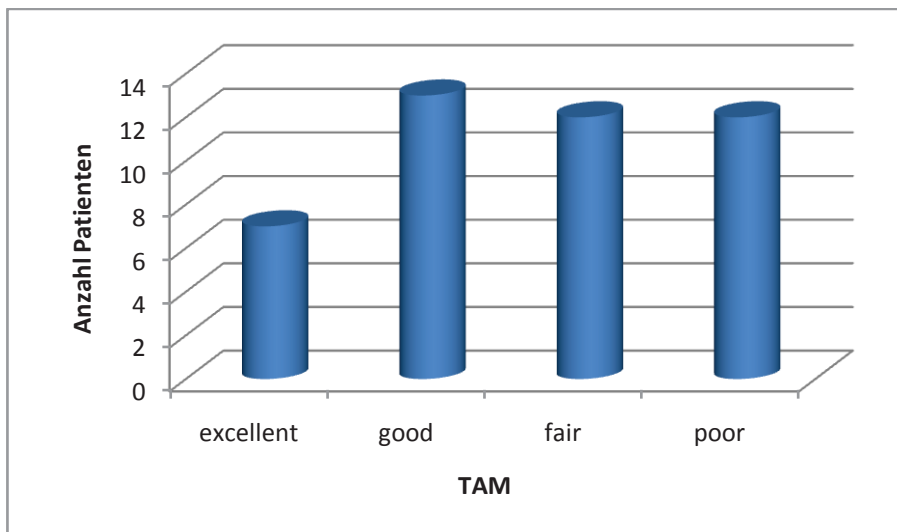


Abb. 48: TAM - Verteilung Daumen

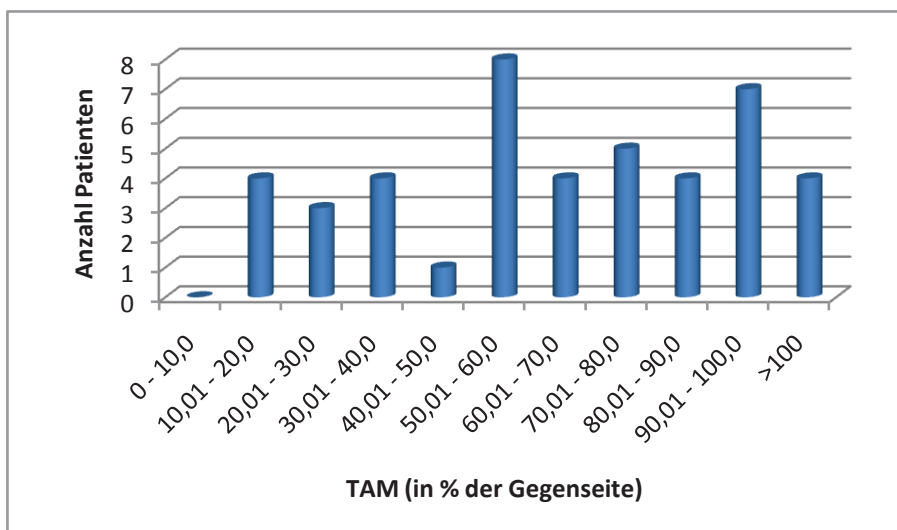


Abb. 49: TAM - Verteilung Daumen

Ergebnisse für die Bewegungsumfänge von allen 191 nachuntersuchten Fingern (s. Abb. 50 und 51):

TAM	Anzahl
Excellent	23 (12,04%)
Good	60 (31,41%)
Fair	45 (23,56%)
Poor	63 (32,99%)

Tab. 26

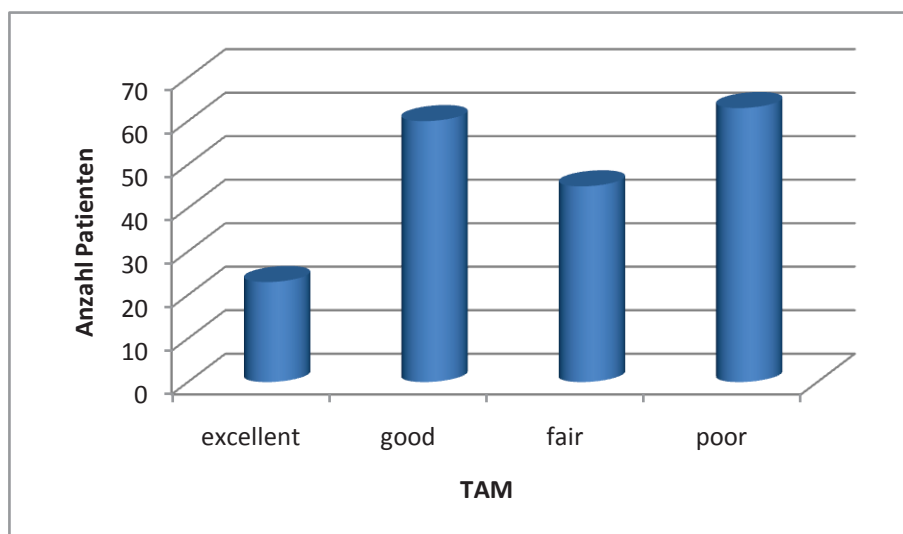


Abb. 50: TAM-Verteilung gesamt

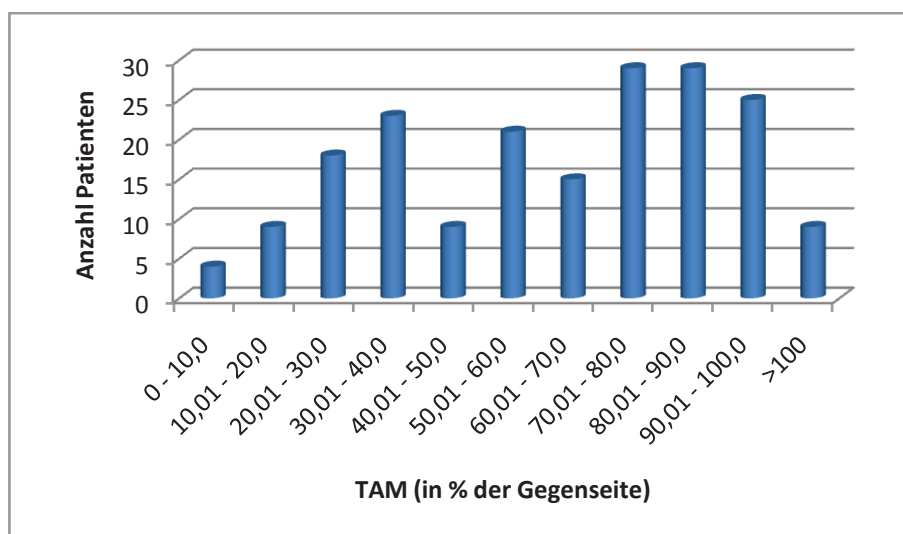


Abb. 51: TAM-Verteilung gesamt

Beurteilung der Beweglichkeit nach TAM in Abhängigkeit vom Schweregrad (HISS) (s. Abb. 52):

Hierbei ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von $r = -0,6405$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0,410$.

Schweregrad (HISS)	1 - 10	11 - 20	21 - 30
TAM	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Gesamt	81	71	39
Excellent	21	1	1
Good	39	17	4
Fair	14	23	8
Poor	7	30	26

Tab. 27

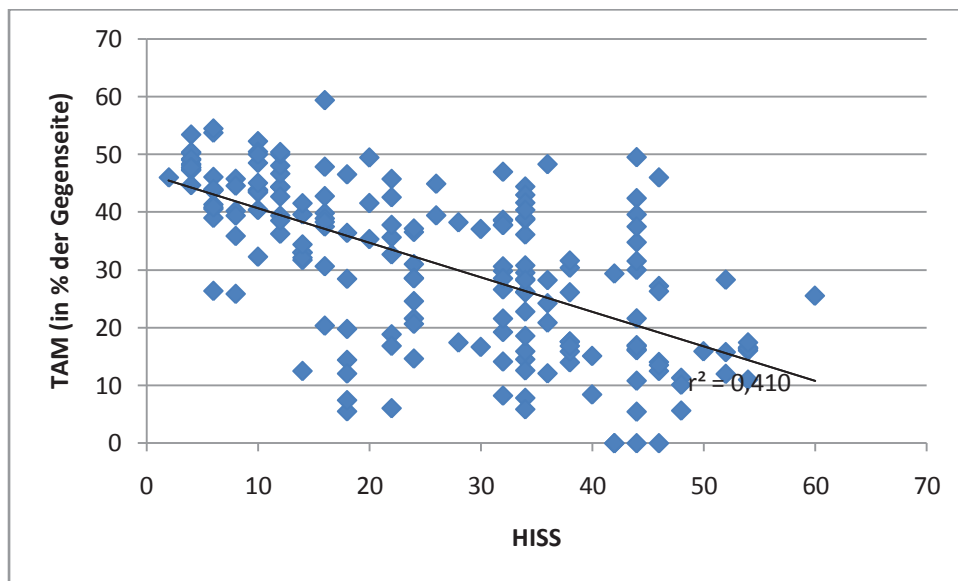


Abb. 52: Zusammenhang HISS - TAM

Bei Betrachtung des Zusammenhangs der 2 Bewertungsschemata Buck-Gramcko und TAM ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von $r = 0,9159$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,838$ (s. Abb. 53).

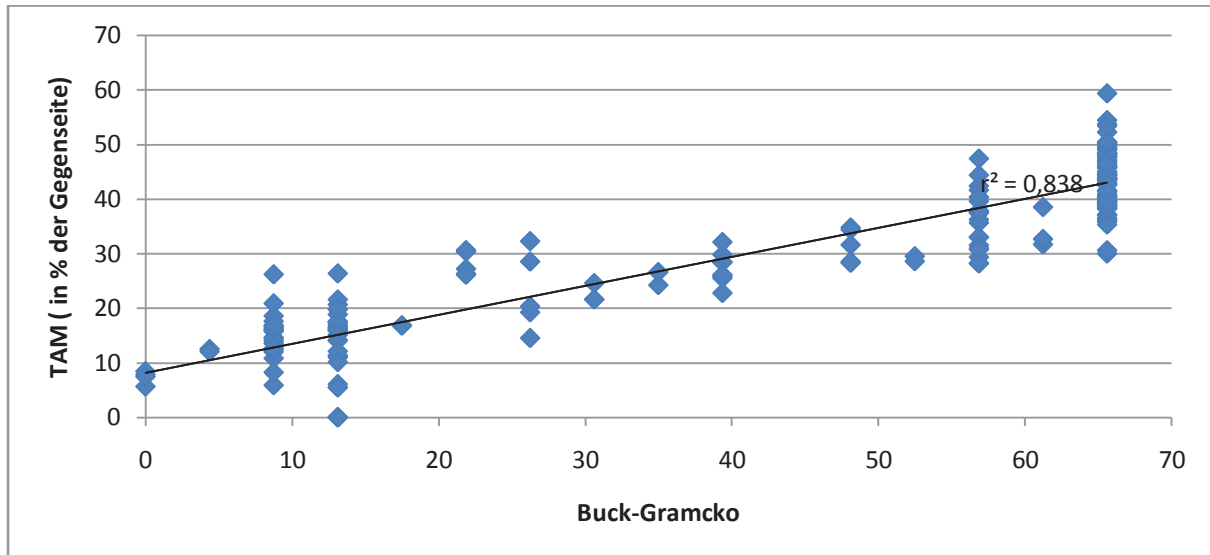


Abb. 53: Zusammenhang TAM - Buck-Gramcko

5.5.1.1.3 Nachuntersuchungsschema Strickland (original 1980, modifiziert 1985)

Die folgenden Schemata sind überwiegend in der angelsächsischen Literatur zu finden. Hierbei erfolgt die Messung der aktiven Beugung in PIP und DIP sowie des Streckdefizites in diesen Gelenken, welche dann mit einem angenommenen durchschnittlichen normalen Bewegungsumfang von 175° prozentual in Verbindung gesetzt werden.

$$\frac{\text{Aktive Beugung (PIP + DIP) - Streckdefizit (PIP + DIP)}}{175^\circ} \times 100 = \% \text{ des normalen Bewegungsumfanges in PIP + DIP}$$

Bewertung	Strickland Original	Strickland Modifiziert (Adjusted)
Excellent	85% - 100%	75% - 100%
Good	70% - 84%	50% - 74%
Fair	50% - 69%	24% - 79%
Poor	< 50%	0% - 24%

Tab. 28

Ergebnisse für die Bewegungsumfänge von 147 nachuntersuchten Langfingern (s. Abb. 54, 55 und 56):

Strickland	Anzahl (Original)	Anzahl Adjusted)
Excellent	26 (17,69%)	41 (27,89%)
Good	20 (13,60%)	33 (22,45%)
Fair	28 (19,05%)	26 (17,69%)
Poor	73 (49,66%)	47 (31,97%)

Tab. 29

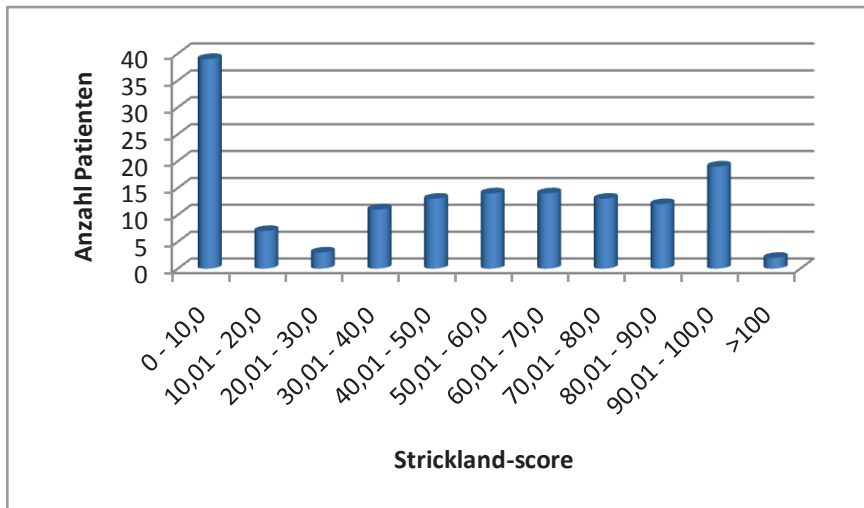


Abb. 54: Strickland-Verteilung

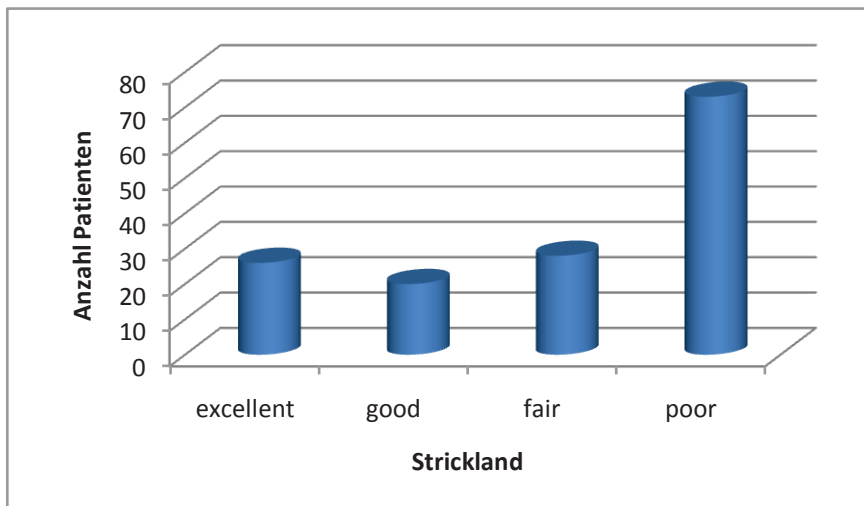


Abb. 55: Original Strickland

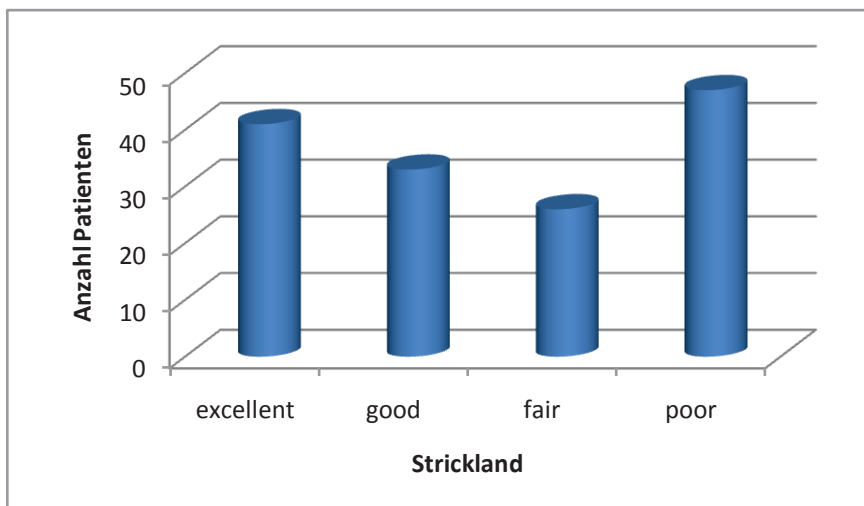


Abb. 56: Adjusted Strickland

5.5.1.1.4 Mittelwerte der gesamten aktiven Bewegungsumfänge der verletzten Finger

Mittelwerte für die gesamten aktiven Bewegungsumfänge der Langfinger:

Nachfolgend kommt eine Übersicht der Mittelwerte für die gesamten aktiven Bewegungsumfänge der jeweiligen Gelenke der 147 verletzten Langfinger bzw. der jeweiligen Gelenke der gesunden Gegenseite zur Darstellung:

Gelenk	TAM gesunde Seite	TAM verletzte Seite	% der gesunden Seite
	Mittelwert (in°)	Mittelwert (in°)	Mittelwert (in%)
MCP	78,89	69,98	88,47
PIP	90,51	52,1	57,69
DIP	75,07	30,16	39,79
Gesamt	244,47	152,24	62,27

Tab. 30

Mittelwerte für die gesamten aktiven Bewegungsumfänge der Daumen:

Nachfolgend kommt eine Übersicht der Mittelwerte für die gesamten aktiven Bewegungsumfänge der jeweiligen Gelenke der 44 verletzten Daumen bzw. der jeweiligen Gelenke der gesunden Gegenseite zur Darstellung:

Gelenk	TAM gesunde Seite	TAM verletzte Seite	% der gesunden Seite
	Mittelwert (in°)	Mittelwert (in°)	Mittelwert (in°)
MCP	45,72	33,66	76,37
IP	68,68	26,41	38,95
CM	66,3	56,95	85,48
Gesamt	180,7	117,02	64,8

Tab. 31

Hierbei zeigte sich, dass sich die deutlichsten Unterschiede in der Beweglichkeit bei den Langfingern im Bereich des DIP befanden, gefolgt vom PIP. Im Bereich des MCP war die Beweglichkeit am wenigsten eingeschränkt. Bei den Daumen zeigte sich der deutlichste Unterschied in der Beweglichkeit im Bereich des IP.

5.5.1.2 Schultergelenksbeweglichkeit

Die Messung der Beweglichkeit im Schultergelenk erfolgte zur Beurteilung einer etwaigen Beeinträchtigung dieser infolge der Handverletzung bzw. durch Fehlbeanspruchung der betroffenen Extremität nach erfolgter Handverletzung, sowie zur Einschätzung anderer Störungen der oberen Extremität, welche zu Veränderungen des DASH, unabhängig von der Handverletzung, geführt haben könnten. Hierbei erfolgte eine Messung der Abduktion, Anteponation (Flexion) sowie der Außen- und Innenrotation beider Schultern der 70 nachuntersuchten Patienten. Nachfolgend wurde für alle 4 Bewegungsarten ein Quotient aus verletzter Seite (zur verletzten Hand gehörige Schulter) sowie gesunder Seite gebildet (s. Abb. 57).

Hierbei ergab sich folgendes:

% der Gegenseite	Abduktion	Anteponation	Außenrotation	Innenrotation
0 - 90	2	1	9	15
90,01 - 100	53	50	39	37
> 100	15	19	22	18

Tab. 32

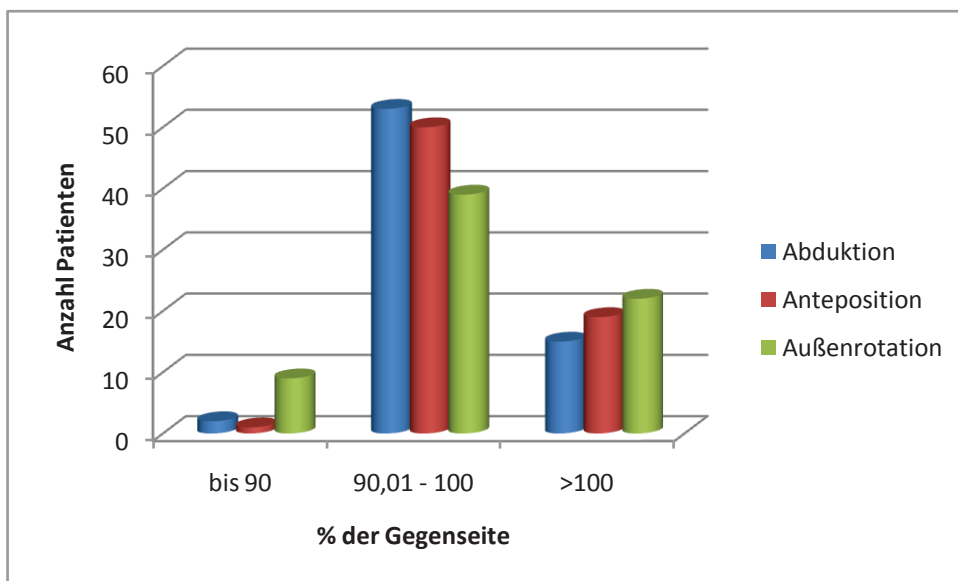


Abb. 57: Schultergelenksbeweglichkeit

Es ließ sich zeigen, dass in überwiegender Mehrheit der Fälle die Schulterbeweglichkeit der zur verletzten Hand gehörigen Schulter in allen 4 Bewegungsarten zwischen 90 bis 100% oder sogar über 100% der Schulterbeweglichkeit der zur gesunden Hand gehörigen Schulter betrug. Eine Beeinträchtigung der Beweglichkeit im Schultergelenk durch eventuelle Fehlbeanspruchung nach erfolgter schwerer Handverletzung scheint somit nicht von Bedeutung zu sein. Eine gleichzeitig zur Handverletzung bestehende Auswirkung auf den DASH durch eine vorherige Einschränkung der Schulterbeweglichkeit ist aufgrund der Werte auch vernachlässigbar.

5.5.1.3 Beurteilung der Handkraft

Hierbei erfolgt eine Unterscheidung zwischen Kraft des Grob- sowie des Präzisionsgriffs.

Beurteilung der Kraft des Grobgriffs:

Zur Beurteilung der Kraft des Grobgriffs der 70 nachuntersuchten Patienten kam das JAMAR-Dynamometer zur Anwendung. Zur Auswertung wurde jeweils die Kraft der verunfallten Hand in Prozent der Kraft der gesunden Hand angegeben. Dabei ergab sich ein Mittelwert von 75,24%. Die Verteilung ergab sich wie folgt (s. Abb. 58):

Kraft in % der gesunden Seite	Anzahl Patienten	Kraft in % der gesunden Seite	Anzahl Patienten
0% - 10%	1	60% - 70%	1
10% - 20%	1	70% - 80%	11
20% - 30%	4	80% - 90%	16
30% - 40%	4	90% - 100%	13
40% - 50%	4	> 100%	9
50% - 60%	6		

Tab. 33

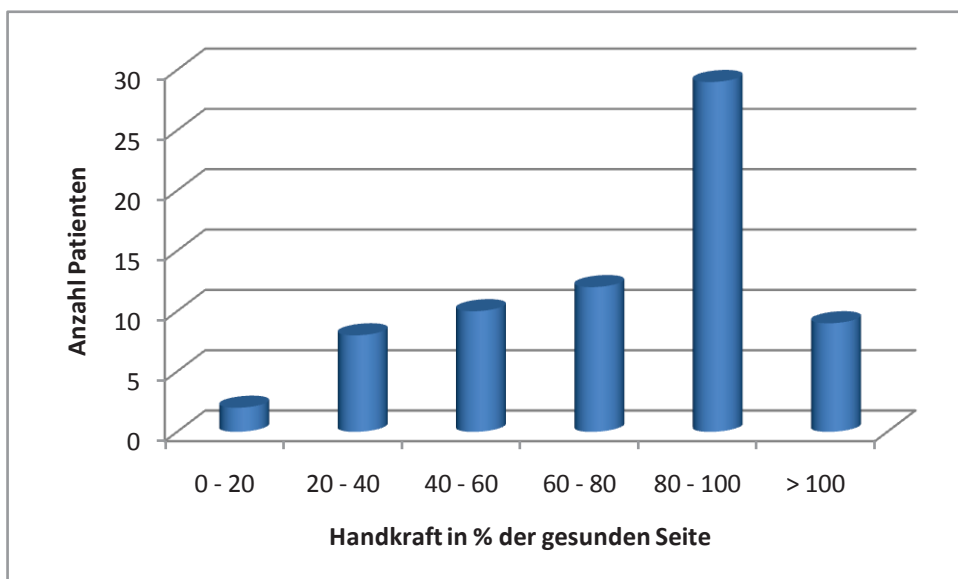


Abb. 58: Kraft des Grobgriffs

Beurteilung der Kraft des Grobgriffs in Abhängigkeit vom Schweregrad (HISS)

(s. Abb. 59):

Hierbei ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = -0,3626$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,131$.

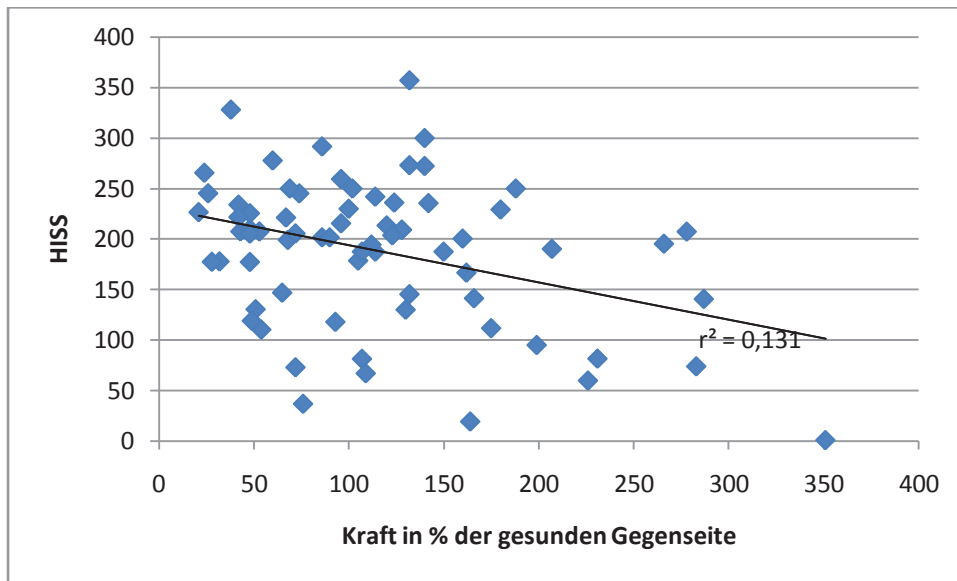


Abb. 59: Zusammenhang HISS - Kraft

Beurteilung der Kraft des Präzisionsgriffs:

Die Beurteilung der Kraft des Präzisionsgriffs der 70 nachuntersuchten Patienten erfolgte durch Untersuchung zweier verschiedener Griffarten, dem Spitzgriff und dem Schlüsselgriff, jeweils durch Anwendung des sogenannten "pinch-gauge". Zur Auswertung für die Präzisionsgriffe wurde, wie auch für den Grobgriff, die Kraft der betroffenen Hand in Prozent der Kraft der nichtbetroffenen Hand angegeben. Für den Spitzgriff ergab sich hierbei ein Mittelwert von 67,74%, für den Schlüsselgriff ein Mittelwert von 72,79%.

Die Verteilung ergab sich wie folgt (s. Abb. 60 und 61):

Kraft in % der gesunden Seite	Anzahl Patienten Spitzgriff	Anzahl Patienten Schlüsselgriff
0 - 10	7	3
10 - 20	2	1
20 - 30	3	3
30 - 40	3	9
40 - 50	9	5
50 - 60	6	6
60 - 70	7	6
70 - 80	5	5
80 - 90	8	5
90 - 100	11	18
> 100	9	9

Tab. 34

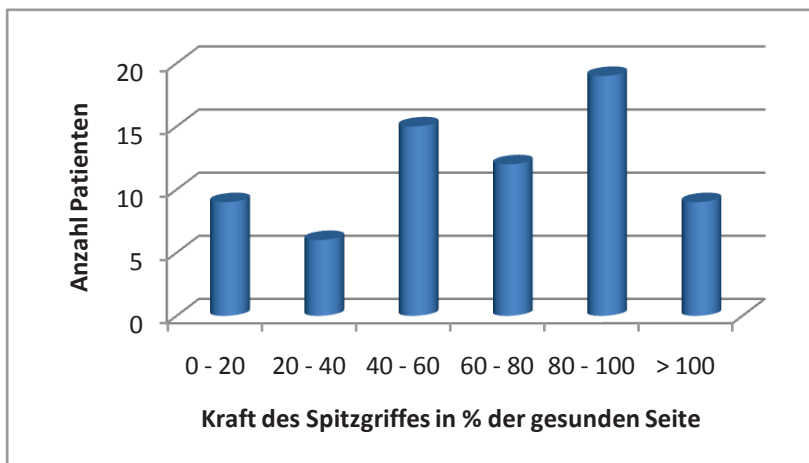


Abb. 60: Kraft des Spitzgriffs

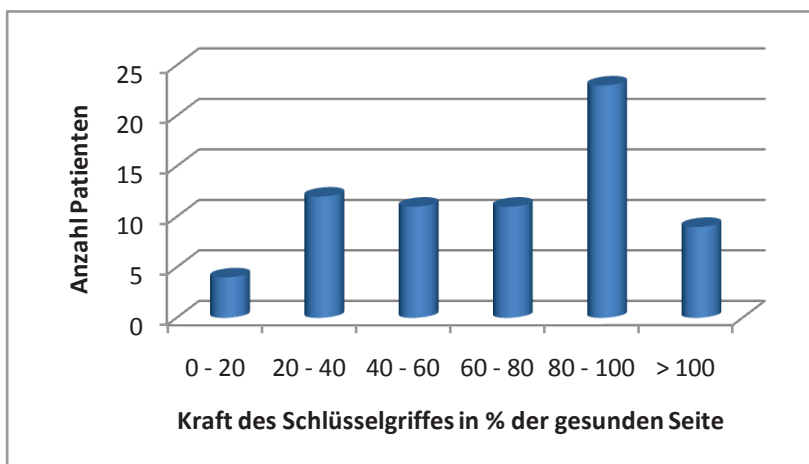


Abb. 61: Kraft des Schlüsselgriffs

5.5.1.4 Beurteilung der Sensibilität

Die Beurteilung der Sensibilität erfolgte durch den Test nach Semmes-Weinstein. Getestet wurden jeweils die radiale sowie die ulnare Hälfte der Fingerbeere eines jeden Fingers mit den 20 Monofilamenten des Semmes-Weinstein-Testes in zu- und abnehmender Stärke. Die dabei erhobene Schwelle der Wahrnehmung wird in den untenstehenden Abbildungen als \log_{10} der jeweils applizierten Kraft ausgedrückt. Die einzelnen Monofilamente werden laut Gebrauchsanweisung der “Stoelting Company“ unterschiedlichen Gruppen zugeordnet (s. Tab 35).

Gruppeneinteilung	Filament	Calculated Force (gm)
Normal	1,65 - 2,83	0,0045 to 0,0677
Diminished light touch	3,22 - 3,61	0,1660 to 0,4082
Diminished protective sensation	3,84 - 4,31	0,6958 to 2,056
Loss of protective sensation	4,56 - 6,65	3,632 to 4,470

Tab. 35

Dabei kommt einmal die Verteilung der durch den Semmes-Weinstein-Test erhobenen Schwellenwerte jeweils des ulnaren sowie des radialen Nervens aller verletzter Finger der 70 nachuntersuchten Patienten ($n = 382$) und einmal die erhobenen Schwellenwerte der nachuntersuchten Fingerbeerenhälften mit tatsächlich durchgeführten Nervennähten ($n = 108$) zur Darstellung (s. Abb. 62 und 63). In einigen wenigen Fällen war eine Messung, meist aufgrund unfallbedingter anatomischer Gegebenheiten, nicht möglich.

Die Semmes-Weinstein-Verteilung jeweils beider Nerven aller verletzten Finger ergab folgende Verteilung:

Semmes-Weinstein (log10 der applizierten Kraft)	Anzahl Patienten	Prozent
2,83	87	25,22
3,22	0	0
3,61	48	13,91
3,84	79	22,9
4,08	16	4,64
4,17	35	10,14
4,31	17	4,93
4,56	34	9,86
5,07	12	3,48
5,88	10	2,9
6,65	7	2,03

Tab. 36

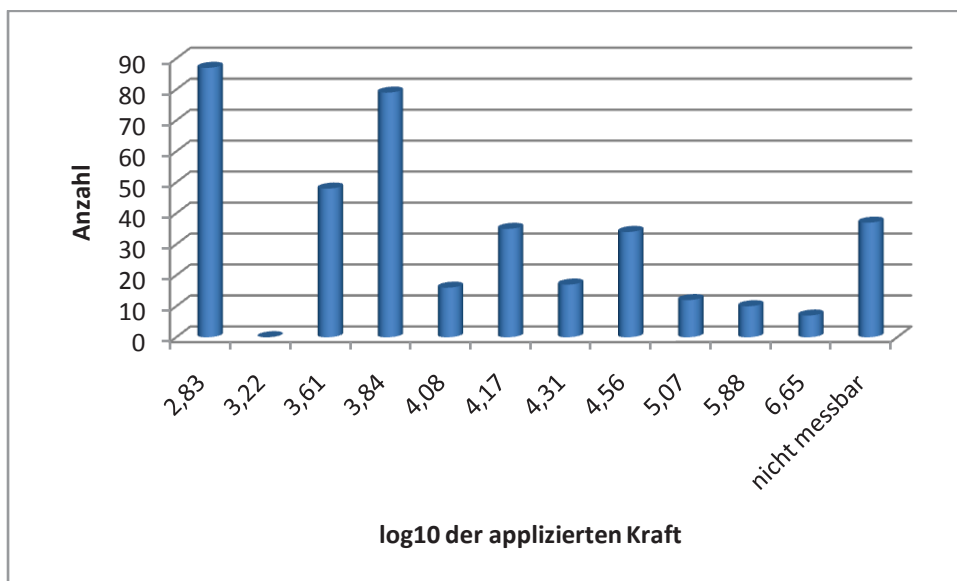


Abb. 62: Semmes-Weinstein-Verteilung verletzter Finger

Die Semmes-Weinstein-Verteilung aller genähten Nerven ergab folgende Verteilung:

Semmes-Weinstein-Verteilung (log10 der applizierten Kraft)	Anzahl Patienten	Prozent
2,83	13	13,54
3,22	0	0
3,61	13	13,54
3,84	20	20,83
4,08	8	8,33
4,17	8	8,33
4,31	8	8,33
4,56	11	11,46
5,07	6	6,25
5,88	8	8,33
6,65	1	1,04

Tab. 37

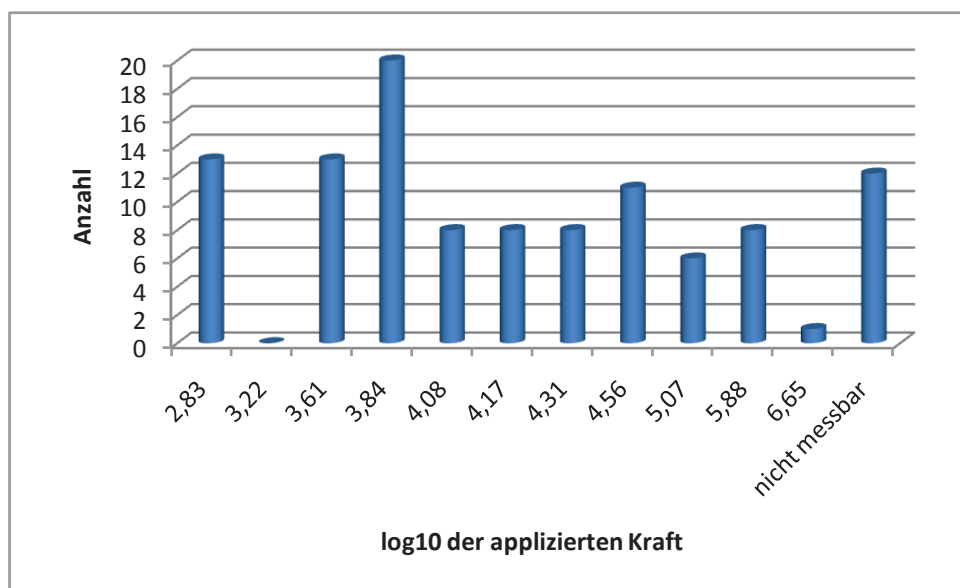


Abb. 63: Semmes-Weinstein-Verteilung genähter Nerven

5.5.1.5 Beurteilung der Durchblutung und Trophik

Zur Beurteilung der Durchblutung und Trophik der verletzten Hände erfolgten die Messung der Temperatur bei Zimmertemperatur im Bereich der Fingerkuppen der verletzten Finger sowie die der Finger der gesunden Gegenseite. Nachfolgend wurde die Differenz dieser Werte ermittelt. Des Weiteren wurde eine Punktzahl ermittelt. Diese ergab sich aus subjektiver Einschätzung des Patienten bezüglich seiner Kältetoleranz im Bereich der Hand, der Schweißproduktion der verletzten im Vergleich zu den gesunden Fingern, des Nagelwachstums der verletzten im Vergleich zu den gesunden Fingern sowie eine Einschätzung während der Untersuchung, also bei Zimmertemperatur, durch den Untersucher bezüglich Farbunterschieden, im Sinne livider oder abgeblasster Verfärbungen, der verletzten zur gesunden Hand.

Darstellung der Temperaturdifferenz:

Hierbei ergab sich ein Mittelwert von $1,27^{\circ}\text{C}$, d.h. im Mittel lag die Temperatur im Bereich der Fingerkuppe des verletzten Fingers $1,27^{\circ}\text{C}$ unter der Temperatur im Bereich der Fingerkuppe des unverletzten Fingers der Gegenseite. Nahezu die Hälfte (49,72%) der Finger hatten keinen bzw. einen Temperaturunterschied zwischen $0 - 0,5^{\circ}\text{C}$ (s. Abb. 64).

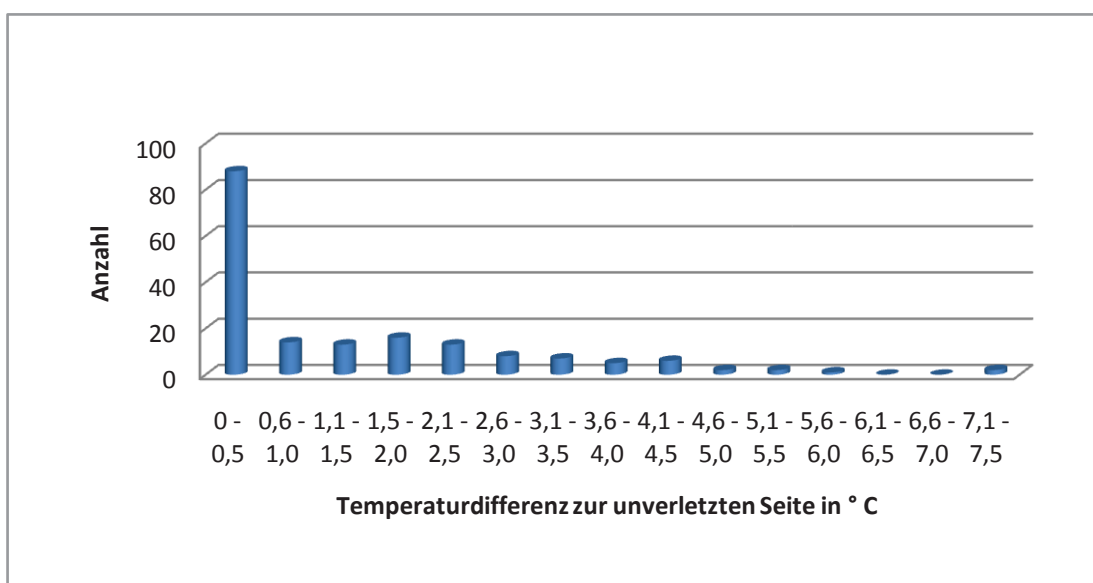


Abb. 64: Temperaturdifferenzverteilung

Darstellung von Durchblutung- und Trophik anhand untersuchter bzw. befragter Merkmale:

In der folgenden Abbildung ist die Verteilung der erfragten bzw. untersuchten Durchblutungs- und Trophikmerkmale dargestellt (s. Abb. 65). Hierbei wurde folgende Befragung bzw. Untersuchung zugrunde gelegt:

1. Erfragung der Kältetoleranz:

Missempfindung oder Schmerzen bei Kälteexposition in verletzter Hand:

2 Punkte

Kälteempfindung in verletzter Hand bzw. längere Zeit bis Wiedererwärmung nach Kälteexposition, keine Missempfindung oder Schmerzen:

1 Punkt

Keinerlei Auswirkung durch Kälteexposition:

0 Punkte

2. Nagelwachstum der verletzten Finger im Vergleich zu den unverletzten Fingern:

Verzögertes Wachstum:

1 Punkt

Normales Wachstum:

0 Punkte

3. Schweißproduktion der verletzten Hand im Vergleich zur unverletzten Hand:

Verminderte Schweißproduktion:

1 Punkte

Normale Schweißproduktion:

0 Punkte

4. Farbeinschätzung der verletzten Hand im Vergleich zur unverletzten Hand:

Farbunterschiede sichtbar:

1 Punkt

Keine Farbunterschiede sichtbar:

0 Punkte

In der Abbildung wurden die Punkte von allen 4 Faktoren addiert.

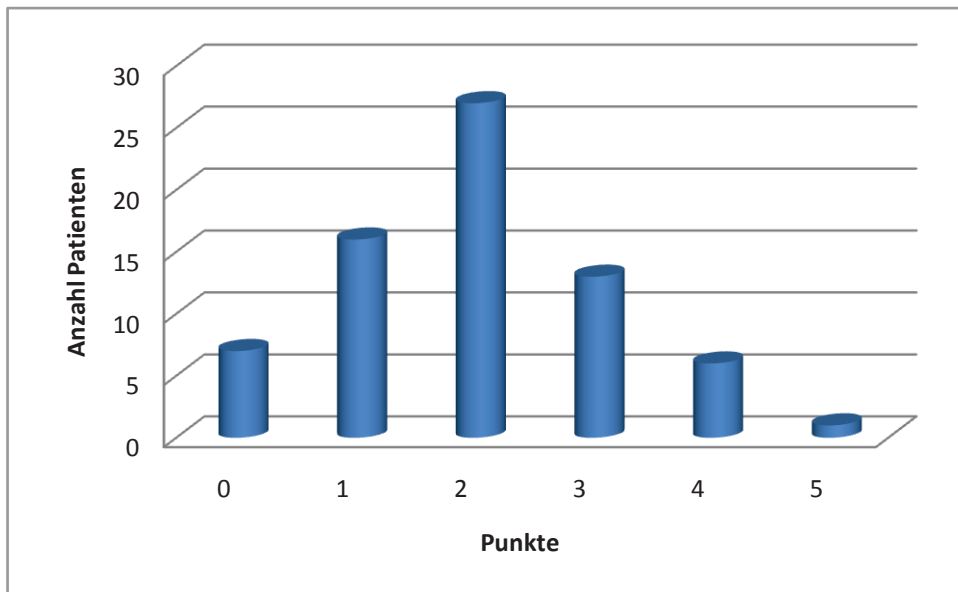


Abb. 65: Durchblutung und Trophik

Einzelnen betrachtet ergab sich, dass 33 der 70 nachuntersuchten Patienten Missempfindung oder Schmerzen bei Kälteexposition in der verletzten Hand empfanden, 29 der Patienten Kälteempfindung in der verletzten Hand bzw. längere Zeit bis zur Wiedererwärmung nach Kälteexposition berichteten, jedoch keine Missempfindung oder Schmerzen und nur 8 der Patienten keinerlei Auswirkung durch Kälteexposition bemerkten. Bezüglich des Nagelwachstums gaben 20 der 70 Patienten ein verzögertes Wachstum in den Nägeln der verletzten Finger an. Eine verminderte Schweißproduktion der verletzten Hand wurde von 12 der 70 Patienten festgestellt und Farbunterschiede der verletzten zur gesunden Hand konnten bei 11 der 70 Patienten gesehen werden.

5.5.1.6 Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit

Nach Befragung der 70 Patienten bezüglich der Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit stellte sich heraus, dass 31 (44,29%) der Patienten nach dem Unfall zum Zeitpunkt der Befragung wieder die gleiche berufliche Tätigkeit wie vor dem Unfall aufgenommen hatten. 8 (11,43%) wechselten in eine andere berufliche Tätigkeit, wobei nur bei 5 der 8 dieser Wechsel unfallbedingt begründet war. Anspruch auf eine Rente wegen Erwerbsminderung hatten nach dem Unfall zum Zeitpunkt der Befragung weitere 7 (10%) der Patienten erlangt. Allerdings war diese nur bei 3 der Patienten direkt durch den Unfall bedingt. 2 der Patienten hatten bereits vor dem Unfall einen vollen Anspruch auf eine Rente wegen Erwerbsminderung, 2 weitere hatten zeitnah vor dem Unfall einen Schlaganfall erlitten, der wohl zusammen mit der Kreissägenverletzung zu Anspruch auf eine Rente wegen Erwerbsminderung geführt hatte. Des Weiteren waren 9 (12,86%) der Patienten zum Zeitpunkt der Befragung nach dem Unfall arbeitslos. Die Gründe hierfür waren nicht sicher eruierbar, jedoch ist bei 5 dieser 9 Patienten ein Zusammenhang der Arbeitslosigkeit mit dem Unfall wahrscheinlich, während bei den übrigen 4, aufgrund bereits vorbestehender Arbeitslosigkeit vor dem Unfall oder vorübergehender Wiederaunahme der gleichen beruflichen Tätigkeit nach dem Unfall ein Zusammenhang weniger wahrscheinlich ist. Weitere 3 (4,29%) der Patienten befanden sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt noch in Krankschreibung und 12 (17,14%) der Patienten waren entweder noch Schüler (1), bereits vor dem Unfall Altersrentner oder im Zeitraum nach dem Unfall bis zur Nachuntersuchung zum Altersrentner geworden.

5.5.1.7 Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Dauer der Arbeitsunfähigkeit aller nachuntersuchten Patienten:

Eine Aussage über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit konnte bei 48 der 70 nachuntersuchten Patienten gemacht werden. Von den restlichen 22 Patienten erhielten 7 Anspruch auf eine Rente wegen Erwerbsminderung. 3 Patienten waren zum Nachuntersuchungszeitpunkt noch krank geschrieben, 11 Patienten waren Rentner und einer Schüler.

Für die 48 Patienten errechnete sich eine mittlere Arbeitsunfähigkeitsdauer von 4,98 Monaten, wobei weit über die Hälfte dieser Patienten (83,33%) eine Arbeitsunfähigkeitsdauer von nicht mehr als 6 Monaten aufwiesen (s. Abb. 66).

AU	Anzahl
0 - 2	16
2 - 6	24
6 - 12	4
> 12	4

Tab. 38

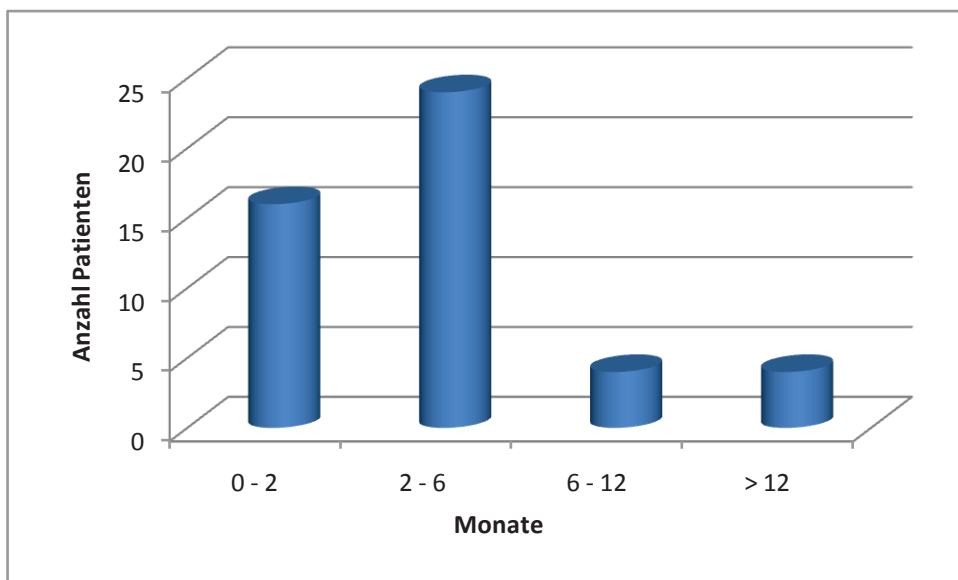


Abb. 66: Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Dauer der Arbeitsunfähigkeit BG-Patienten (s. Abb. 67):

AU (in Mo)	Anzahl Patienten
0 - 2	5
2 - 6	6
6 - 12	0
> 12	1

Tab. 39

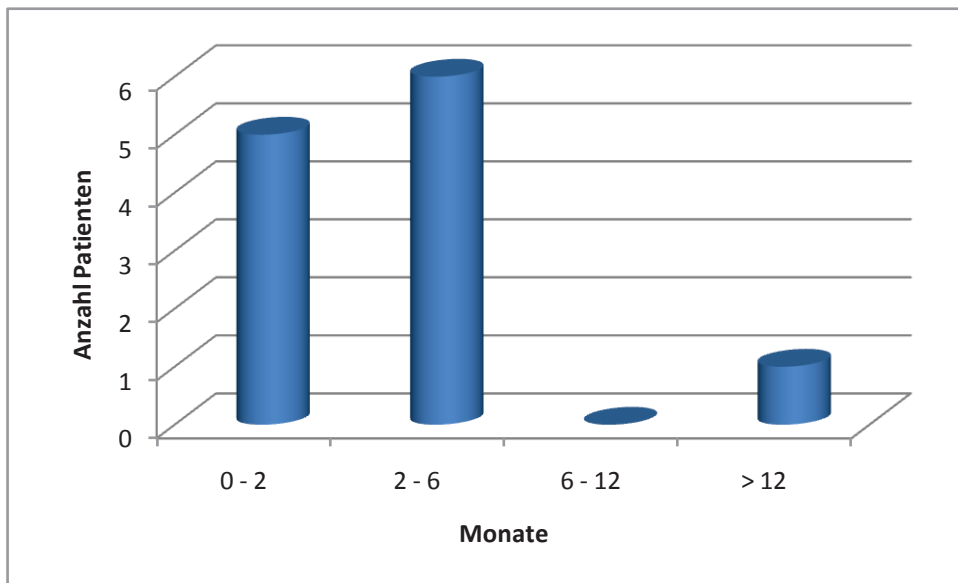


Abb. 67: Dauer der Arbeitsunfähigkeit BG-Patienten

Dauer der Arbeitsunfähigkeit Kassen-Patienten (s. Abb. 68):

AU (in Mo)	Anzahl Patienten
0 - 2	11
2 - 6	18
6 - 12	4
> 12	3

Tab. 40

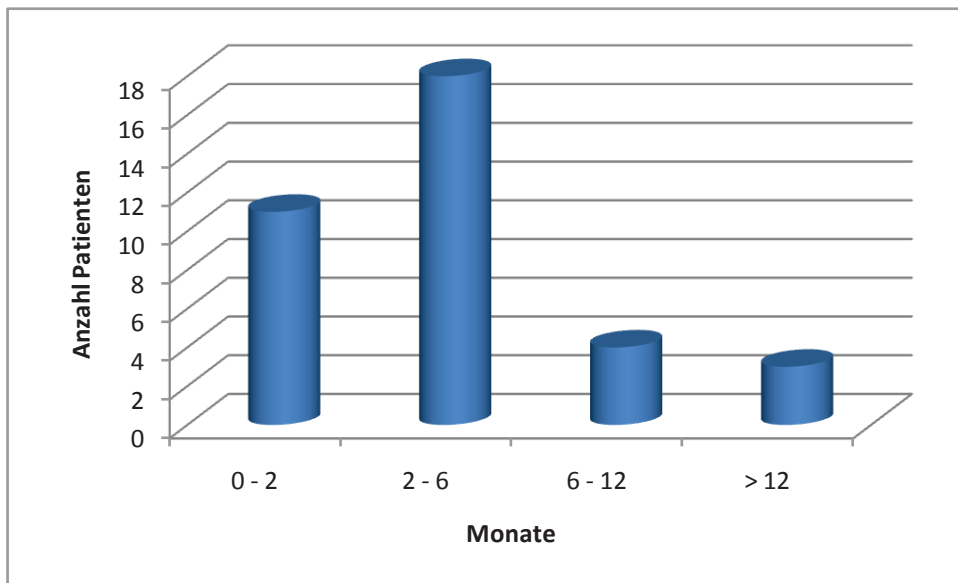


Abb. 68: Dauer der Arbeitsunfähigkeit Kassen-Patienten

5.5.1.7.4 Beurteilung der Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit vom Schweregrad (HISS)
(s. Abb. 69)

Hierbei ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = 0,4542$ bzw. ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,206$.

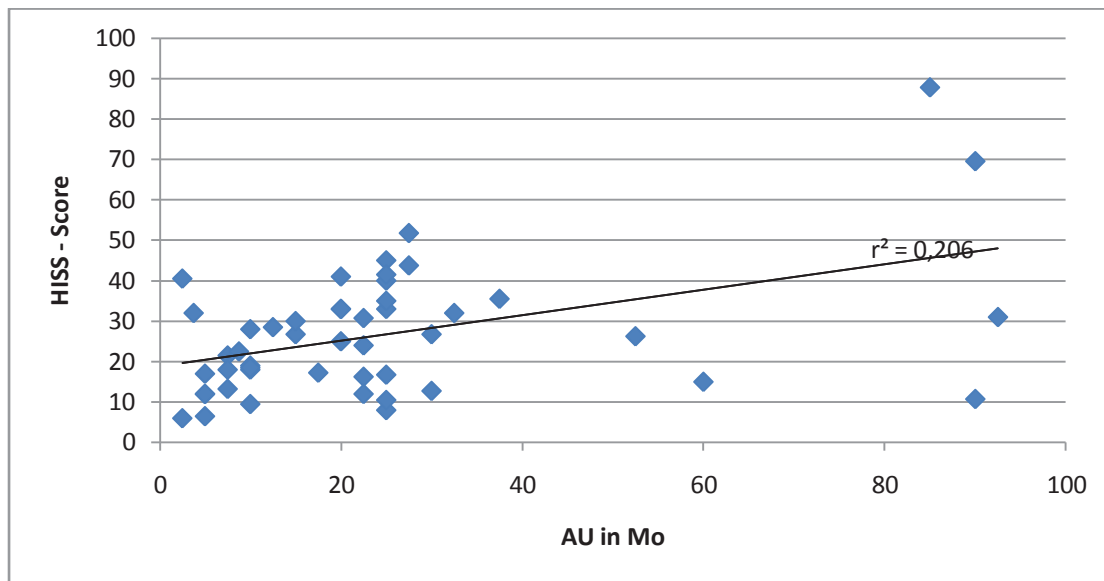


Abb. 69: Zusammenhang HISS - AU

5.5.2 Subjektive Behandlungsergebnisse

5.5.2.1 Beurteilung der Schmerzintensität

Zur Beurteilung der Schmerzintensität wurden die Patienten gebeten, Schmerzen in der verletzten Hand, sowohl in Ruhe als auch bei Bewegungen bzw. der Ausführung von Tätigkeiten auf einer Skala von 0 - IX einzuschätzen. Dabei ist "0" gleichbedeutend mit "keine Schmerzen" und "X" mit "maximale Schmerzen" (s. Abb. 70 und 71).

Schmerzintensitätsverteilung gesamt sowie im Zusammenhang mit dem Schweregrad (HSS) in Ruhe:

VAS	Gesamt	Minor	Moderate	Severe	Major
0	46	0	10	13	23
I	4	0	1	1	2
II	9	0	0	5	4
III	2	0	0	0	2
IV	7	0	2	1	4
V	0	0	0	0	0
VI	1	0	0	0	1
VII	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0
X	1	0	1	0	0

Tab. 41

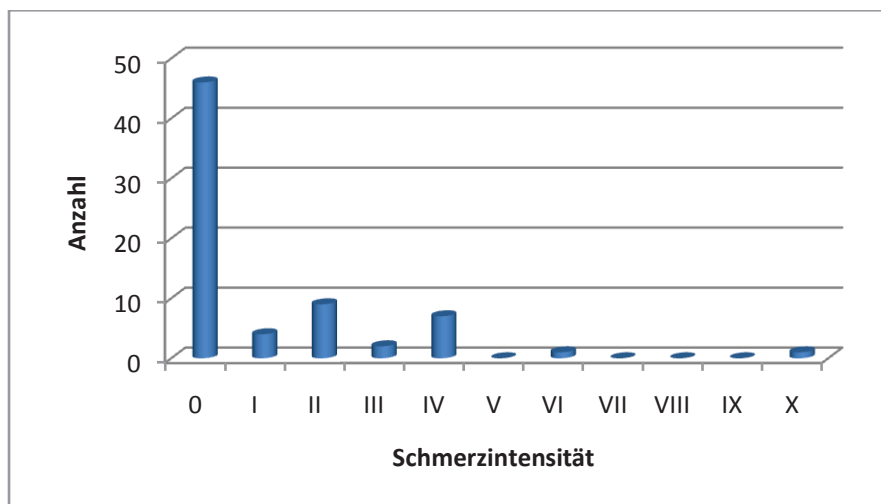


Abb. 70: Schmerzintensität in Ruhe

Schmerzintensitätsverteilung gesamt sowie im Zusammenhang mit dem Schweregrad (HISS) bei Bewegung:

VAS	Gesamt	Minor	Moderate	Severe	Major
0	25	0	4	6	15
I	5	0	1	2	2
II	14	0	2	6	6
III	5	0	2	1	2
IV	9	0	3	2	4
V	2	0	0	0	2
VI	4	0	0	1	3
VII	2	0	0	1	1
VIII	1	0	0	1	0
IX	0	0	0	0	0
X	3	0	2	0	1

Tab. 42

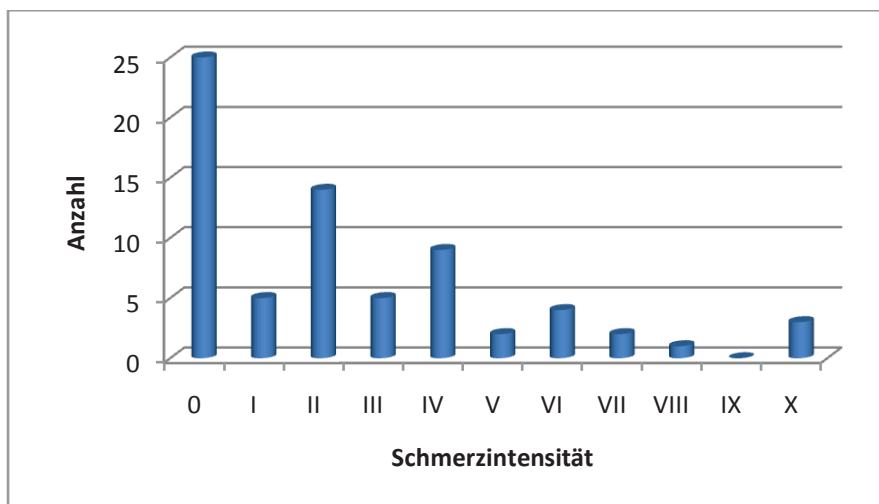


Abb. 71: Schmerzintensität bei Bewegung

5.5.2.2 Beurteilung der Ästhetik

Die Beurteilung der Ästhetik erfolgte als rein subjektive Einschätzung durch die 70 Patienten. Dabei wurden die Patienten gebeten, eine der 4 Antwortmöglichkeiten zu nachstehender Frage auszuwählen:

Wie beurteilen Sie das ästhetische Bild Ihrer Hand?

- 1 vergleichbar gut, nicht eingeschränkt, aus ästhetischer Sicht keine Veränderungen
- 2 ein wenig schlechter, ästhetisches Bild leicht eingeschränkt
- 3 deutlich schlechter, ästhetisches Bild stark eingeschränkt, aber tolerierbar
- 4 erheblich schlechter, ästhetisches Bild sehr stark eingeschränkt, nicht tolerierbar

Dabei gaben 11 (15,72%) der befragten Patienten Antwortmöglichkeit 1, 40 Patienten (57,14%) antworteten mit 2, 14 (20%) mit 3 und lediglich 5 Patienten (7,14%) gaben Antwortmöglichkeit 4 an.

5.5.2.3 Beurteilung von finanziellen Einbußen

Zur Beurteilung der finanziellen Einbußen wurden die 70 Patienten gebeten, subjektiv eine der 3 untenstehenden Antwortmöglichkeiten auszuwählen:

- 1 Ja, ich hatte / habe erhebliche finanzielle Einbußen durch den Unfall
- 2 Ja, ich hatte / habe geringe finanzielle Einbußen durch den Unfall
- 3 Nein, ich hatte keine finanziellen Einbußen durch den Unfall

Von den 70 Patienten gaben 15 (21,43%) Antwort 1 an, 26 (37,14%) gaben Antwort 2 an und die übrigen 29 Patienten (41,43%) entschieden sich für Antwort 3.

5.5.2.4 Beurteilung des subjektiv empfundenen Zustandes durch den DASH

Zur Beurteilung der subjektiven Wahrnehmung des gegenwärtigen Zustandes durch den Patienten kam der DASH-Fragebogen zur Anwendung. Hierbei handelt es sich um den “Disability of Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen. Die 70 nachuntersuchten Patienten wurden dabei gebeten, die 30 Fragen des 2. Moduls dieses Fragebogens zum Thema “Tätigkeiten des Alltags“ sowie “Symptome“ gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche zu beantworten. Die Patienten wurden darauf hingewiesen, dass nicht entscheidend ist, mit welchem Arm oder welcher Hand sie die entsprechende Tätigkeit ausüben, sondern wie sie allgemein mit der jeweiligen Tätigkeit bzw. dem jeweiligen Symptom zurechtkommen.

5.5.2.4.1 DASH-Verteilung aller nachuntersuchter Patienten

Dabei ergab sich bei 70 befragten Patienten ein Mittelwert für den DASH von 17,16. Es zeigte sich folgende Verteilung (s. Abb. 72):

DASH-Score	Anzahl Patienten
0 - 5	18
5,1 - 10	12
10,1 - 15	11
15,1 - 20	5
20,1 - 25	8
25,1 - 30	2
30,1 - 35	4
35,1 - 40	3
40,1 - 45	2
45,1 - 50	2
50,1 - 55	1
55,1 - 60	0
60,1 - 65	1
65,1 - 70	1

Tab. 43

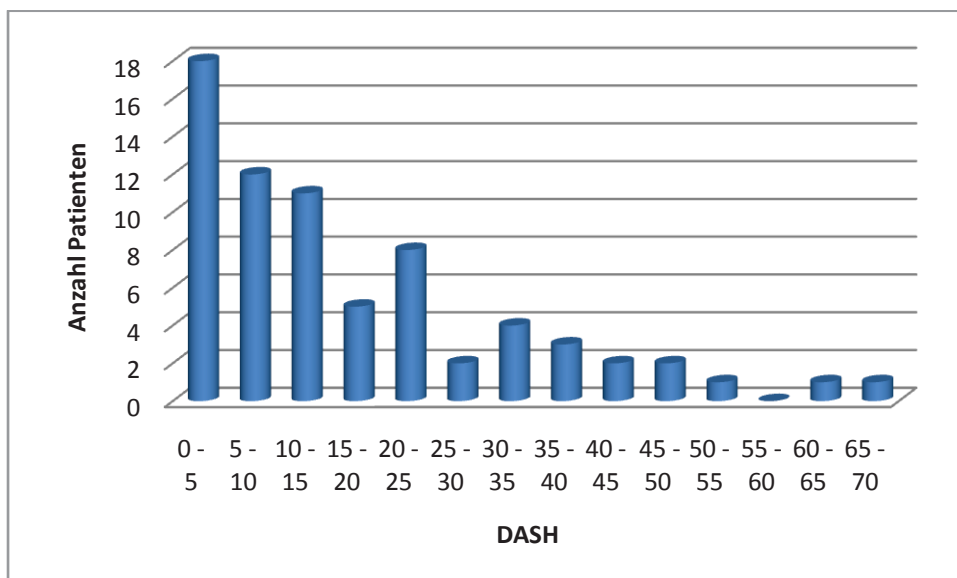


Abb. 72: DASH - Verteilung

5.5.2.4.2 DASH-Verteilung aller nachuntersuchter BG-Patienten (s. Abb. 73)

Für die BG-Patienten ergab sich ein Mittelwert für den DASH von 16,71.

DASH - Score	Anzahl Patienten
0 - 5	3
5 - 10	4
10 - 15	2
15 - 20	1
20 - 25	2
25 - 30	1
30 - 35	0
35 - 40	1
40 - 45	0
45 - 50	0
50 - 55	1
55 - 60	0
60 - 65	0
65 - 70	0

Tab. 44

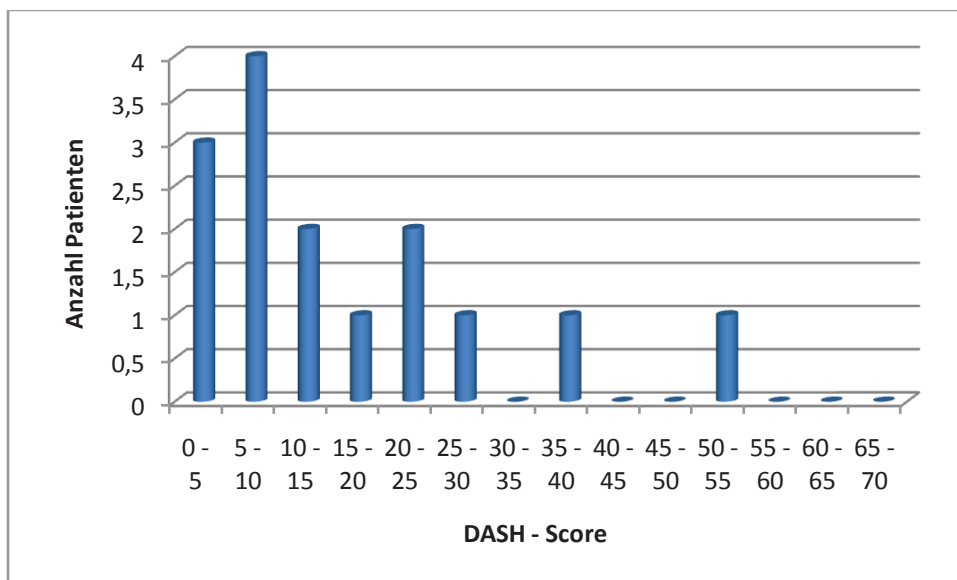


Abb. 73: DASH-Verteilung BG-Patienten

5.5.2.4.3 DASH-Verteilung aller nachuntersuchter Kassen-Patienten (s. Abb. 74)

Für die Kassen-Patienten ergab sich ein Mittelwert für den DASH von 17,32.

DASH - Score	Anzahl Patienten
0 - 5	15
5 - 10	8
10 - 15	9
15 - 20	4
20 - 25	6
25 - 30	1
30 - 35	4
35 - 40	2
40 - 45	2
45 - 50	2
50 - 55	0
55 - 60	0
60 - 65	1
65 - 70	1

Tab. 45

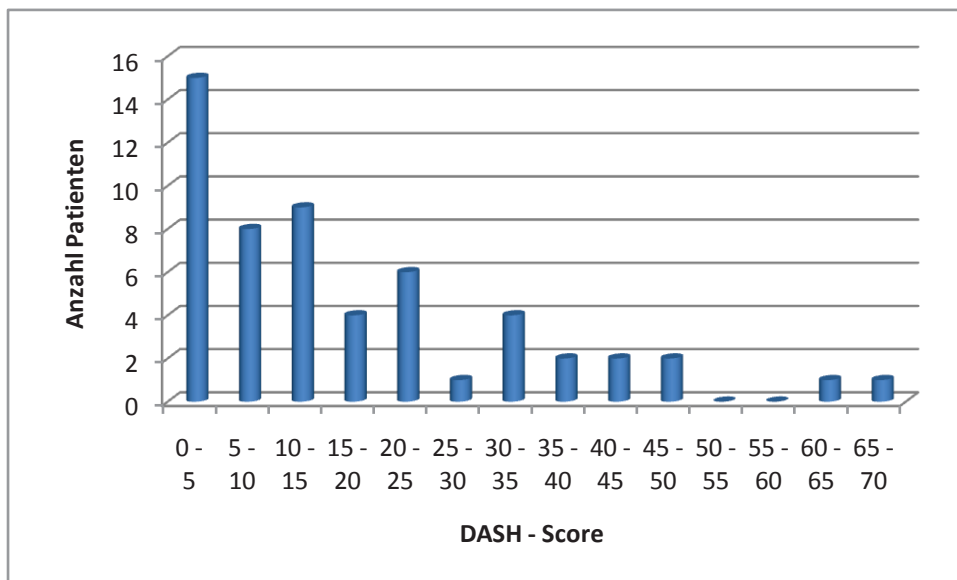


Abb. 74: DASH-Verteilung Kassen-Patienten

5.5.2.4.4 Beurteilung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH

Es erfolgt eine Darstellung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH für alle 70 Patienten sowie getrennt für BG- und Kassen-Patienten

Beurteilung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH für alle nachuntersuchten Patienten:

Bei Prüfung des Zusammenhangs von HISS und DASH ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = 0,1745$ sowie ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,030$ (s. Abb. 75).

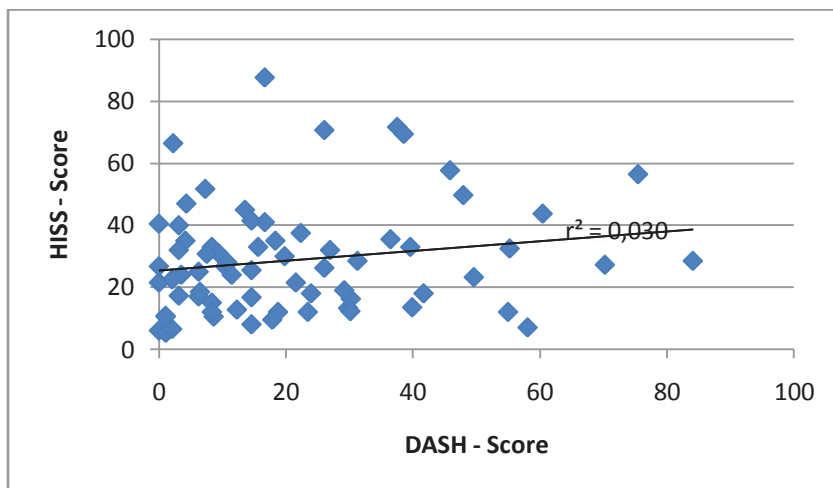


Abb. 75: Zusammenhang HISS - DASH

Beurteilung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH für die BG-Patienten (s. Abb. 76):

Bei Prüfung des Zusammenhangs von HISS und DASH ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = 0,3057$ sowie ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,093$ für die BG-Patienten.

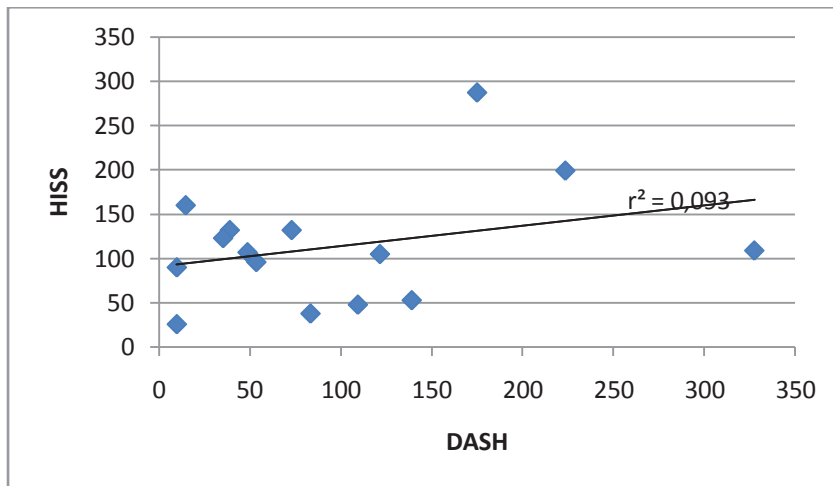


Abb. 76: Zusammenhang HISS - DASH BG-Patienten

Beurteilung des Zusammenhangs zwischen HISS und DASH für die Kassen-Patienten (s. Abb. 77):

Bei Prüfung des Zusammenhangs von HISS und DASH ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = 0,1449$ sowie ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,021$ für die Kassen-Patienten.

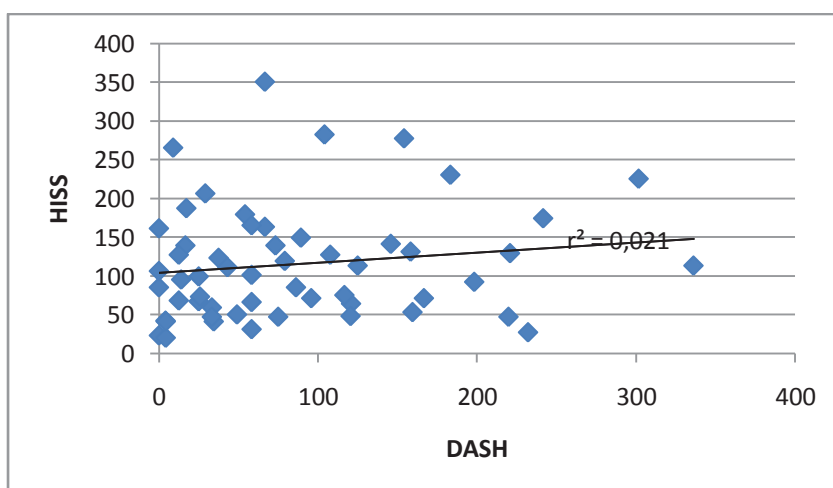


Abb. 77: Zusammenhang HISS - DASH Kassen-Patienten

5.5.2.4.5 Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Kraft des Grobgriffs und DASH

Bei Prüfung des Zusammenhangs von Kraft des Grobgriffs und DASH ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r = -0,4434$ sowie ein Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,196$ (s. Abb. 78).

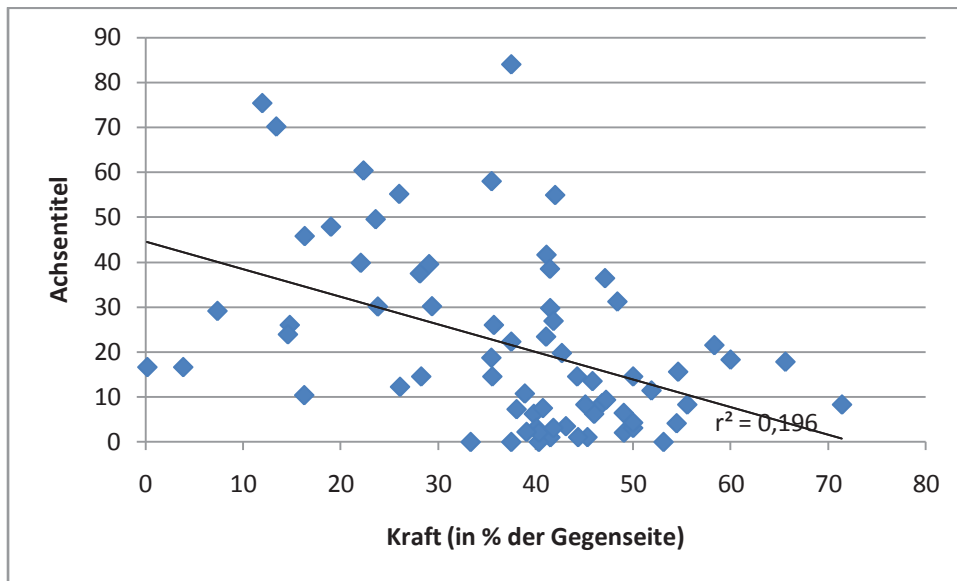


Abb. 78: Zusammenhang DASH - Kraft des Grobgriffs

5.6 Mögliche Unfallursachen und Angaben zur Kreissäge

5.6.1 Ursachen des Kreissägeunfalls

Ein Teil der Befragung der Patienten zielte darauf ab, eine Ursache für den Unfall zu eruieren. Hierbei war es bei den Befragten zumeist schwierig, eine genaue Ursache anzugeben. 30 der 70 Patienten (42,86%) gaben auf die Frage der vermuteten Unfallursache die Antwort “unerklärlich“. 17 der Befragten (24,29%) gaben als wahrscheinlichste Ursache “Unvorsichtigkeit, Unachtsamkeit bzw. Routiniertheit“ an. 7 der Patienten (10%) führten den Unfall am ehesten auf das “Tragen von Handschuhen“ während des Sägevorganges zurück. 4 (5,71%) gaben “Müdigkeit“, sowie 3 (4,29%) “Stress bzw. Zeitdruck“ als vordergründige Unfallursache an. Weitere, vereinzelte Ursachen, die angegeben wurden, waren ein “ungeeignetes Werkstück“, die “falsche Brille“, “Ablenkung durch das Kind“ oder die “unpassende Säge“.

5.6.2 Angabe zur verwendeten Kreissäge

Bei Befragung der 70 Patienten stellte sich heraus, dass es sich bei der verwendeten Säge bei 63 der Befragten (90%) um eine Tischkreissäge handelte, bei 3 um eine Handkreissäge, eine Kapp-, Gehrungssäge, eine Wippsäge, eine Bandsäge und einmal war die verwendete Säge nicht bekannt.

5.6.3 Sicherheit der verwendeten Kreissägen

Um die Verletzungshäufigkeit beim Arbeiten mit Kreissägen zu minimieren, sind einige Sicherheitsvorschriften zu beachten. Hierzu zählen in erster Linie das Vorhandensein einer Schutzhaube sowie eines Spaltkeils zur Rückschlagsicherung als wichtige Schutzeinrichtungen. Des Weiteren wird davon abgeraten, beim Arbeiten mit Kreissägen Schutzhandschuhe zu tragen, da ein Handschuh – und mit ihm die ganze Hand – leicht vom Sägeblatt erfasst werden kann. Bezüglich dieser drei Schutzmaßnahmen wurden die 70 Patienten befragt.

Hierbei ergaben sich folgende Ergebnisse:

Schutzmaßnahme	vorhanden bzw. getragen	nicht vorhanden bzw. nicht getragen
Schutzhaube	46	24
Spaltkeil	49	21
Schutzhandschuhe	25	45

Tab. 46

Des weiteren ergab sich, dass 45 (64,28%) der Untersuchten eine gekaufte Kreissäge und 22 (31,43%) eine Kreissäge aus Eigenbau verwendet hatten. Bei 3 (4,29%) der Untersuchten war dieser Sachverhalt unklar. Allerdings konnte ein klarer Zusammenhang zwischen gekaufter Säge und Vorhandensein der wichtigsten Schutzvorrichtungen bzw. Säge aus Eigenbau und Nichtvorhandensein dieser nicht gesehen werden.

Schutzmaßnahme	Anzahl Patienten
Keine der untersuchten Schutzeinrichtungen vorhanden	16 (22,86%)
Keine der untersuchten Schutzeinrichtungen vorhanden + Eigenbau	9 (12,86%)
Wenigstens eine der untersuchten Schutzeinrichtungen vorhanden	54 (77,14%)
Alle Schutzeinrichtungen vorhanden	41 (58,57%)

Tab. 47

5.6.4 Erfahrung im Umgang mit Kreissägen

Darüber hinaus wurden die 70 Patienten bezüglich ihrer Erfahrung im Umgang mit Kreissägen befragt, da auch eine Erfahrung im Umgang mit den Sägen die Unfallwahrscheinlichkeit reduzieren kann. Hierbei wurde zwischen beruflicher (aktuell oder im früheren Leben) und privater Erfahrung unterschieden. Es ergab sich folgendes:

Erfahrung im Kreissägenumgang	Anzahl Patienten
Berufliche Erfahrung	22 (31,43%)
Private Erfahrung	48 (68,57%)
Keine Erfahrung	0

Tab. 48

6. Diskussion

6.1 Allgemeine Betrachtung der Häufigkeit und Schwere von Kreissägenverletzungen

Betrachtet man die Verteilung der Häufigkeit von Kreissägenverletzungen über den untersuchten Zeitraum, lässt sich feststellen, dass nach vorübergehendem Häufigkeitsabfall ein starker Anstieg der Häufigkeit in den letzten 2 Jahren zu verzeichnen war, mit beinahe doppelt so vielen Verletzungen im Jahre 2005 (41 Kreissägenverletzungen) zu 2000 (23 Kreissägenverletzungen). Zwar lässt sich bei dem untersuchten Patientengut kein einheitliches Verletzungsmuster feststellen, da von oberflächlichen Weichteilverletzungen bis hin zu kompletten Amputationen alle Verletzungsgrade vertreten sind, jedoch kann man insgesamt feststellen, dass es sich bei der Mehrzahl der Kreissägenunfälle um Verletzungen handelt, die zu den schwerwiegendsten überhaupt zu zählen sind, sehr viel häufiger stationärer Aufenthalte bedürfen, deren Behandlungsdauer um einiges länger ist als bei anderen Verletzungen und die letztendlich bis zu drei mal häufiger in anhaltender Behinderung der Hand resultieren (Trybus et al. 2008).

6.2 Unfallhäufigkeit

Bei Betrachtung der Unfallhäufigkeit verteilt auf das komplette Jahr lässt sich ein Anstieg der Häufigkeit im Frühjahr und Herbst mit Maximum im März und Oktober sowie ein Rückgang während der Sommer- und Wintermonate verzeichnen. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in der Untersuchung zu Kreissägenverletzungen von Krüger 1989 und erklären sich am ehesten durch gehäufte Aktivitäten im Eigenheimbau, nebenberuflicher Tätigkeit sowie der Holzaufbereitung, gegebenenfalls als Brennholz für den Winter, während der Frühjahres- und Herbstmonate (Krüger 1989).

Bei Beobachtung der Unfallhäufigkeit in Bezug zum Wochentag zeigte sich eine durchschnittliche Unfallhäufigkeit von 24 pro Tag während der Wochentage. Die meisten Unfälle ereigneten sich am Samstag (37 Unfälle), die wenigsten am Sonntag (7 Unfälle). Schaut man sich die Anzahl der Unfälle in Bezug zur Tageszeit an, fällt auf, dass sich die Mehrheit der Unfälle (45,71%) in der Zeit zwischen 14:00 und 18:00 Uhr ereignet hatte. Bei getrennter Betrachtung von Woche und Wochenende fielen unter der Woche sogar 27 von 54 Unfällen (50%) in die Zeit von 14:00 bis 18:00 Uhr, während sich am Wochenende die Zahl der Unfälle in den Nachmittagsstunden mit der Zahl der Unfälle in den Morgen- und Mittagsstunden annähernd die Waage hielt. Bei einer überwiegenden Mehrzahl von Freizeitunfällen kann davon ausgegangen werden, dass eine große Anzahl von Unfällen

während der Woche nach bereits verrichteter Berufstätigkeit mit entsprechender körperlicher Verausgabung von statten ging. Ähnliches wurde auch in der Studie von Krüger 1989 festgestellt.

6.3 Art der Verletzung

Betrachtet man die Verteilung der Verletzungen auf die einzelnen Finger, so zeigt sich, dass es sich nur in 28,66% um Einfingerverletzungen handelt. Dieses Ergebnis differiert von dem zurückliegender Studien über Kreissägenverletzungen, bei denen in der Mehrzahl Einfingerverletzungen anzutreffen sind (68,9% bei Krüger 1989, 55,31% bei Bonte und Goldberg 1982) (Krüger 1989, Bonte und Goldberg 1982, Stucke und Bayreuther 1955). Aus der Betrachtung der Anzahl verletzter Finger in Bezug zum Schweregrad HISS, welcher bei Mehrfingerverletzungen im Durchschnitt höhere Werte annimmt als bei Verletzung nur eines Fingers, lässt sich schließen, dass es sich in dieser Arbeit im Durchschnitt um schwerere Verletzungen handelt als in den oben erwähnten Untersuchungen. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Feststellung in der 2008 von Tomaschewski vorgelegten Dissertation bezüglich der differierenden Verletzungshöhe bei Ein- bzw. Mehrfingerverletzungen. Hierbei wurde herausgestellt, dass isolierte Einfingerverletzungen vorrangig an Fingerspitzen oder Endgliedern auftreten, während Mehrfingerverletzungen häufiger im Bereich der Grundglieder oder Grundgelenke zu finden sind. Unfallbedingte isolierte Amputationen sind sehr selten (Tomaschewski 2008). Diese Ergebnisse bestätigten sich auch in den Arbeiten von Bonte und Goldberg sowie Richter (Bonte und Goldberg 1982, Richter 1971).

Bei der Verteilung der Einfingerverletzungen auf die einzelnen Finger zeigt sich eine Abnahme der Häufigkeit von DI zu DV, wobei es in der vorliegenden Untersuchung in keinem Fall zu einer isolierten Verletzung von DV gekommen war. Dieses Ergebnis der Frequenzverringering der Verletzung vom 1. zum 5. Strahl war im Einklang mit den Ergebnissen vorheriger Studien zu Kreissägenverletzungen (Bonte und Goldberg 1982, Krüger 1989). Bei den Mehrfingerverletzungen fand sich am häufigsten die Kombination von DI, DII und DIII mit 20 Fällen, dicht gefolgt von der Verletzung aller 5 Finger mit 19 Fällen, wobei hierbei meist Verletzungen auf Mittelhandniveau vorlagen, sowie von der kombinierten Verletzung von DI und DII mit 18 Fällen. Desweiteren zeigte sich eine Frequenzverringering von 1-Finger- zu 5-Fingerverletzungen.

6.4 Schwere der Verletzung

6.4.1 HISS-Score

Die Beurteilung der Schwere der Verletzung erfolgte anhand des HISS-Scores. Dieser Score wurde von D.A Campbell entwickelt. In einer Studie von 1996 wurde er erstmals beschrieben und durch eine retrospektive Untersuchung die enge Korrelation zur Wiederaufnahme der Arbeitstätigkeit herausgestellt. Zwar wurde dieser Score in erster Linie als Forschungsinstrument entwickelt, doch war er auch dafür gedacht, direkt nach einem Handtrauma eine direkte Aussage bezüglich der Schwere der Verletzung und des zu erwartenden “Outcomes“ zu geben (Campbell und Kay 1996). Hierzu erfolgten eine Reihe weiterer Studien, in denen zumeist ebenfalls die Korrelation des HISS mit der Dauer der Arbeitsunfähigkeit untersucht wurde (Urso-Baiarda et al. 2007, Van der Molen et al. 1999, Watts et al. 1998, Wachter et al. 2005, Altan et al. 2004). In einer Studie zu Handverletzungen von 2008 wurde die Vorhersage der Handfunktion durch den HISS anhand der Durchführung des “Purdue Pegboard Scale“, einem käuflichen Instrument zur Messung der Fingerbeweglichkeit, mindestens 6 Monate nach dem Unfall, belegt (Lee et al. 2008). In 2 weiteren Untersuchungen, beide aus dem Jahre 2003, wurde der Vorhersagewert des HISS bezüglich des funktionellen Outcomes durch Korrelation mit dem DASH ermittelt. Hierbei ergab sich einmal keine signifikante Korrelation zwischen dem HISS und dem DASH, jedoch dem HISS und der zurückgebliebenen Einschränkung gemessen durch die American Medical Association’s “guides to the evaluation of permanent impairment, 4th edition“ (Mink van der Molen et al. 2003). In der anderen Untersuchung zeigte sich jedoch ein signifikanter Zusammenhang zwischen HISS und DASH im Allgemeinen sowie der einzelnen Komponenten des HISS zum DASH. Eine Ausnahme bildete die “integument“-Komponente des DASH, welche keine Korrelation zeigte und somit keinen Vorhersagewert zu haben scheint (Saxena et al. 2004). In einer Studie aus dem Jahre 2009 an 50 Patienten mit schweren Handverletzungen mit erfolgter Replantation und Revaskularisation sowie einem Durchschnittsalter von 43 Jahren wurde zum einen die Vorhersage der Dauer der Arbeitsunfähigkeit sowie des funktionellen Resultats der vormals verletzten Hände durch den HISS dargelegt. Die Erhebung des funktionellen Resultats erfolgte hierbei auf Grundlage der Röntgenbilder, Bewegungsumfänge der Finger, sensorischen Rehabilitation und Hauttemperatur sowie der gesamten Handfunktion. Die gesamte Handfunktion wurde durch “Tamai’s“- und den “Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Score“ gemessen. Hierbei zeigte sich eine Korrelation von HISS und Quick DASH von $r = 0,39$, von HISS und

der Länge der Behandlungsdauer von $r = 0,32$ sowie von HISS und der Dauer der Arbeitsunfähigkeit von $r = 0,34$ (Matsuzaki et al. 2009).

Laut der Beschreibung des HISS von 1996 erfolgt eine Einteilung in 4 Schweregrade, "Minor", "Moderate", "Severe" und "Major". Außerdem wird der Score für jeden Finger einzeln berechnet und der jeweilige Finger mit einem für den Finger spezifischen Faktor multipliziert; der Daumen hierbei zum Beispiel mit dem Faktor 6 und der kleine Finger nur mit dem Faktor 2 (Campbell und Kay 1996). In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich ein deutlicher Anstieg von "Minor" zu "Major", mit nur 5 der 164 Patienten (3,05%) mit dem Schweregrad "Minor", während 83 der 164 Patienten mit Kreissägenverletzung (50,61%) den Schweregrad "Major" erreichten. Hieraus lässt sich schließen, dass es sich bei der Mehrzahl der Verletzungen mit Kreissägen bzw. der Verletzungen der in dieser Studie betrachteten Patienten um sehr schwere Verletzungen handelt. Auch lassen sich die hohen Werte durch die häufigen Verletzungen mehrerer Finger mit folglich höheren HISS-Werten sowie, bei Betrachtung der Einzelfingerverletzungen, durch das Überwiegen von Daumenverletzungen mit ebenfalls folglich höheren HISS-Werten erklären. Bei Betrachtung des Zusammenhangs zwischen HISS-Score und Dauer der Arbeitsunfähigkeit, welche sich allerdings nur bei 48 Patienten ermitteln ließ, ergab sich ein Pearson'scher-Korrelationskoeffizient von $r = 0,4547$. Für den Zusammenhang von HISS und DASH lag dieser nur bei $r = 0,1745$, was auf eine sehr niedrige Korrelation hinweist.

6.4.2 Andere Scores

Die Besonderheit des HISS-Scores besteht auch darin, dass er exklusiv für Verletzungen der oberen Extremität, im speziellen der Hand, entwickelt wurde (Campbell und Kay 1996). Einige andere Scores wurden im Vorfeld entwickelt, als objektive Messinstrumente um Vorhersagen zu treffen bezüglich des Outcomes bei schweren Extremitätenverletzungen. Hierbei handelt es sich um den "Mangled Extremity Syndrome Index (MESI)" (Gregory et al. 1985), den "Predictive Salvage Index (PSI)" (Howe et al. 1987), den "Limb Salvage Index (LSI)" (Russell et al. 1991) und den "Mangled Extremity Severity Score (MESS)" (Johansen et al. 1990). Alle diese Messinstrumente wurden jedoch für Verletzungen der unteren Extremität entwickelt. Bei Betrachtung der verschiedenen Messinstrumente zeigt sich, dass es keine allgemein gültigen Kriterien dafür gibt, was eigentlich gemessen werden soll. So ist die Beschaffenheit von Haut, Muskel, Knochen und die Ischämie Bestandteil all dieser Messinstrumente, wohingegen Gefäß- und Nervenverletzungen nur in einigen dieser miterfasst sind (Bueno und Neumeister 2003).

Ein weiterer für die Hand spezifischer Score ist der “Hand Function Score“ (HFS). Dieser erschien kurz nach dem HISS und im Gegensatz zu bisher entwickelten Messinstrumenten handelt es sich um eine subjektive Einschätzung des Patienten bezüglich häufiger Aktivitäten des täglichen Lebens, welche am Anfang der Behandlung sowie zum Ende eines Rehabilitationsprogrammes erhoben wird (Watts et al.1998).

Ein anderes Klassifikationssystem, speziell für schwere Handverletzung, ist das “Tic-Tac-Toe classification system“ (Weinzweig und Weinzweig 1997).

Jedoch muss man bemerken, dass sowohl der HISS als auch alle anderen bisher veröffentlichten Instrumente zur Auswertung der Verletzungsschwere für Verletzungen der oberen Extremität, im Gegensatz zu einigen für die untere Extremität oder für Multiorganverletzungen, keine Richtlinien dafür geben, wann es sinnvoll ist, eine Replantation durchzuführen bzw. in welchem Fall der Patient eher von einer Amputation profitiert (Bueno und Neumeister 2003).

6.5 Behandlungsergebnisse

6.5.1 Objektive vs. Subjektive Behandlungsergebnisse

Die Beurteilung der Behandlungsergebnisse nach schweren Handverletzungen kann anhand unterschiedlichster Parameter geschehen. Hierbei ist in erster Linie zwischen objektiv messbaren Parametern und subjektiven Einschätzungen zu unterscheiden. Die meisten älteren Studien über Ergebnisse nach schweren Handverletzungen bezogen sich vordergründig auf objektive Ergebnisse wie Bewegungsumfang, Sensibilität, Handkraft bzw. Griffstärke sowie Vorhandensein von Kälteintoleranz. Des Weiteren erfolgte meist eine Einschätzung zur Wiederaufnahme der Arbeitstätigkeit bzw. Dauer der Arbeitsunfähigkeit (Chen Chung-Wie et al. 1978, Kleinert et al. 1980, Tsai et al. 1981). Eine der ersten Studien, welche die postoperative Funktion der Hand durch objektive sowie subjektive Parameter bzw. Einschätzungen kombiniert erhob, wurde durch Tamai im Jahre 1982 veröffentlicht und im darauffolgenden Jahr vom “Subcommittee on Replantation for the International Federation of Societies for Surgery of the Hand“ zur Bewertung von Hand- und Fingerreplantationen mit aufgenommen (Tamai 1982). Bei Betrachtung der Literatur zu schweren Handverletzungen der vergangenen Jahre lässt sich herausstellen, dass die Anwendung objektiver Parameter versus subjektiver Einschätzungen seit jeher Bestandteil von Diskussionen war. Objektive Parameter sind im Allgemeinen akzeptiert und laut einschlägigen Studien ist davon auszugehen, dass sie tatsächlich das messen, was eine Aussage bezüglich der postoperativen

Funktion der verletzten Hand erbringt. Allerdings ergibt sich hieraus keine Einschätzung bezüglich der Möglichkeit des Patienten seiner vorherigen beruflichen und privaten Tätigkeiten nachzugehen. Hierfür sind subjektive Einschätzungen notwendig, welche gezeigt haben, dass sie im Verlauf für den einzelnen Patienten die größere Relevanz zeigen. Diese allerdings wurden gehäuft wegen Mangel an Reliabilität sowie Validität kritisiert (Bueno und Neumeister 2003).

6.5.2 Objektive Behandlungsergebnisse

6.5.2.1 Fingerbeweglichkeit

Es erfolgte die Beurteilung der Behandlungsergebnisse sowohl anhand objektiver sowie subjektiver Parameter. Bei den objektiven Parametern spielt die Beurteilung der Beweglichkeit der Fingergelenke eine große Rolle. Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien wurde die Beweglichkeit der Fingergelenke parallel mit 3 in der Literatur weit verbreiteten Scores veranschaulicht. Hierbei handelt es sich einmal um den Buck-Gramcko-Score. Dieser wurde 1976 speziell für die Evaluierung von Beugesehnenverletzungen entwickelt und in einer Studie mit 153 nachuntersuchten Patienten mit 223 Fingern mit Beugesehnenrekonstruktionen erstmals angewendet (Buck-Gramcko et al. 1976). In der weiteren Literatur wurde er aber auch zunehmend für die Evaluierung von Handverletzungen mit verschiedensten anderen bzw. kombinierten Verletzungsmustern gebraucht. Des Weiteren kam der TAM-ASSH zur Anwendung. Dieser wurde im Jahre 1983 von Kleinert und Verdan beim "Committee on Tendon Injuries" (International Federation of Societies for Surgery of the Hand) präsentiert. Hierbei wurde auch vorgeschlagen, dass sowohl der TAM-Score als auch der Buck-Gramcko-Score mehr publiziert und von Handchirurgen angewendet werden sollten (Kleinert und Verdan 1983). Darüber hinaus erfolgte eine Evaluierung durch den Strickland-Score. Dieser wurde in seiner Originalversion erstmals 1980 in einer Studie mit 37 Patienten und 50 Fingern mit Wiederherstellung der Beugesehne verwendet (Strickland und Glogovac 1980). Die modifizierte Version dieses Scores fand in einer Studie von 1985 zu Beugesehnenrekonstruktionen, schrittweiser Beugesehnenrekonstruktion sowie Tenolyse, Anwendung (Strickland 1985).

Bei Betrachtung der Ergebnisse muss beachtet werden, dass im Bewertungsscore nach Strickland nur eine Auswertung der Langfinger möglich ist, während für die beiden anderen Scores sowohl Langfinger als auch Daumen Berücksichtigung finden. Nach Buck-Gramcko hatten 58,12% aller verletzter Finger der 70 nachuntersuchten Patienten einen Wert von "Gut"

oder “Sehr gut“ erreicht. Bei getrennter Betrachtung von Daumen und Langfinger erreichten 56,47% der Langfinger sowie 63,64% der Daumen einen Wert von “Gut“ oder “Sehr gut“ (für Daumen erfolgte eine Abwandlung des Nachuntersuchungsschemas nach MANDL). Nach dem Bewertungsschema nach TAM-ASSH waren die Ergebnisse insgesamt etwas schlechter. Für alle 191 verletzten Finger ergab sich für 43,45% ein TAM mit der Bewertung “Excellent“ oder “Good“. Bei einzelner Betrachtung der Langfinger war dies in 43,53%, bei Betrachtung der Daumen in 45,46% der Fall. Insgesamt waren also die Werte nach dem Buck-Gramcko-Score etwas besser als nach dem TAM-ASSH.

Bei Prüfung des Zusammenhangs von Buck-Gramcko und TAM ergab sich ein Pearson’scher Korrelationskoeffizient $r = 0,9159$.

Nach Strickland ergab sich für 147 nachuntersuchte Langfinger eine Bewertung von “Excellent“ oder “Good“ bei 31,3% nach dem Strickland-Original sowie bei 50,34% nach dem Strickland-Modifiziert.

6.5.2.2 Sensibilität

Ein weiterer untersuchter objektiver Parameter ist die Sensibilität im Bereich der Fingerspitzen der verletzten Finger. Dieser ist zum einen relevant, da bei einem Großteil der in dieser Arbeit betrachteten verletzten Finger eine oder mehrere Nervenrekonstruktionen im Sinne von einfachen Nervennähten (insgesamt 218 an 147 Fingern) oder Nerventransplantationen (insgesamt 3) durchgeführt wurden. Die Sensibilität nach schweren Handverletzungen kann aber auch anderweitig, zum Beispiel durch Nagelverletzungen oder Narbenbildung, verändert sein. Zwar ist gerade nach erfolgter Nervennaht auch die Sensibilität der Fingers proximal der Fingerbeere von Interesse, da jedoch eine suffiziente perzeptive Wahrnehmung nur durch Sensibilität im Bereich der Fingerbeere gewährleistet ist, beschränkt sich die Messung in meiner Untersuchung auch hierauf, allerdings mit Differenzierung der radialen und ulnaren Seite, aufgrund der Versorgung durch 2 verschiedene Nerven, die gelegentlich getrennt verletzt sein können. Die Messung erfolgte hierbei durch Semmes-Weinstein-Monofilamente. Dieses Messinstrument ist weit in der Literatur verbreitet und wird vielfältig zur objektiven Messung der Sensibilität, nicht nur nach schweren Handverletzungen, angewendet. Andere Bereiche sind zum Beispiel die Sensibilitätsmessung bei diabetischer Polyneuropathie, hierbei auch mit Anwendung im Bereich des Fußes, (Periyasamy et al. 2008, Holewski et al. 1988, Feng et al. 2009), oder die Sensibilitätsmessung im Bereich der Hand zur Darstellung der Ergebnisse verschiedener

Behandlungsmethoden des Karpaltunnelsyndroms (Amirjani et al. 2009, Hsu et al. 2009). Die Veranschaulichung der erzielten Sensibilitätswahrnehmung erfolgt hierbei durch Druck mit Nylon-Monofilamenten unterschiedlicher Stärke auf das zu messende Areal der Haut. Die unterschiedlichen Monofilamente sind so konstruiert und bezeichnet, dass sie eine lineare Skala der empfundenen Intensität bzw. eine logarithmische Skala der angewendeten Kraft darstellen und sind laut der Gebrauchsanweisung der “Stoelting Company“ unterschiedlichen Gruppen von “Normal“ über “Diminished light touch“ und “Diminished protective sensation“ bis “Loss of protective sensation“ zugeordnet. Diese Normen wurden jedoch anhand einer Untersuchung mit relativ kleiner Probandenzahl mit sehr jungem Alter erhoben und spiegeln nicht die Sensibilitätslevels der Allgemeinbevölkerung wieder (Weinstein 1993). Im Jahre 2005 wurde erstmals eine Studie zum Semmes-Weinstein-Anaesthesiometer an einer repräsentativen Gruppe von Erwachsenen mittleren Alters durchgeführt (Jordanova und Lindenberger 2005). Vorherige Studien waren entweder nur an kleinen Gruppen Erwachsener durchgeführt wurden (Van Vliet et al. 1993, Spreen und Strauss 1991) oder an größeren Gruppen mit sehr großer Altersschwankung (Kets et al. 1996, Hage et al. 1995). Die oben erwähnte Studie von 2005, deren Ergebnisse an gesunden Erwachsenen mittleren Alters erhoben wurden, ergab, dass nur 28,23% der Untersuchten Sensibilitätsempfindungen erreichten, die laut der bekannten Gebrauchsanweisung der Norm entsprachen. Die restlichen fielen in die Gruppen “Diminished light touch“ und “Diminished protective sensation“. Diese Ergebnisse ließen Zweifel aufkommen an den Sensibilitätslevels, die in den käuflichen Semmes-Weinstein-Tests beschrieben sind und lassen sich am ehesten dadurch erklären, dass die bestehenden Normen auf einer kleinen Anzahl junger Probanden basierten und nicht die Sensibilitätsempfindlichkeit der Allgemeinbevölkerung widerspiegeln.

Bei Betrachtung der in dieser Studie gemessenen Werte der Sensibilität im Bereich der Fingerspitzen mittels Semmes-Weinstein-Test muss beachtet werden, dass es sich hierbei um Patienten mit komplexen Handverletzungen handelt. Hierbei wurden an den 191 verletzten Fingern der 70 nachuntersuchten Patienten 108 Nervennähte durchgeführt. In der Ergebnisdarstellung erfolgte getrennt die Darstellung der gemessenen Werte nach Semmes Weinstein der 191 verletzten Finger sowie die gemessenen Werte der 108 tatsächlich genähten Nerven. Hierbei muss beachtet werden, dass es zu Veränderungen der Sensibilität der Fingerspitzen nicht nur durch Nervenverletzungen, mit oder ohne erfolgte Nervennaht, kommen kann, sondern auch durch andere Faktoren nach schwerer Handverletzung wie z.B. Vernarbungen, Nagelverlust etc. Hierbei ergab sich, dass bei Betrachtung der Semmes-Weinstein-Werte beider Nerven aller verletzter Finger nur 25,22% der Patienten in die

Gruppe "Normal", bei Betrachtung der Werte aller tatsächlich genähter Nerven sogar nur 13,54% in die Gruppe "Normal" eingeordnet werden konnten. Jedoch müssen auch hierbei die Ergebnisse der oben erwähnten Studie von 2005, in welcher unter gesunden Erwachsenen nur 28,23% in die Gruppe "Normal" fielen und die bisher gebräuchliche Gruppeneinteilung bereits in Frage stellten, berücksichtigt werden (Jordanova und Lindemberger 2005).

6.5.3 Subjektive Behandlungsergebnisse

6.5.3.1 DASH allgemein

Zur Darstellung der subjektiven Einschätzung der Behandlungsergebnisse durch den Patienten kam der DASH-Score zur Anwendung, welcher in der Literatur über Nachuntersuchungen nach Verletzungen der oberen Extremität in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewann. Seine Entwicklung geschah als Antwort auf die in den Jahren zuvor schrittweise erfolgte Verschiebung der Erfolgskriterien für die Beurteilung einer Operationsmethode bzw. eines Behandlungserfolges von rein funktionellen, anatomischen Kriterien auf die Lebensqualität des Patienten. Hierbei handelt es sich um ein Instrument, welches 1996 von der "American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS)", dem "Council of Musculoskeletal Speciality Societies" und dem "Institute for Work and Health, Toronto", zur Evaluierung des gesundheitlichen Status der oberen Extremität entwickelt wurde. Der DASH ist ein sogenannter "self-report"-Fragebogen, was bedeutet, dass dieser die subjektive Wahrnehmung des Betroffenen bezüglich seines gegenwärtigen Zustandes erfasst. Für seine Entwicklung wurden 13 damals häufig genutzte Fragebögen von klinischen Experten und Methodikern durchgesehen und aus diesen 821 Elemente entnommen, welche in einer weiteren Phase auf 78 reduziert wurden. Hierbei wurden verschiedene Strategien angewendet und es wurden Elemente entfernt, die sich wiederholten, keine wirkliche Einschränkung widerspiegeln oder irrelevant für die obere Extremität waren. Nach Austestung des DASH-Fragebogens in 20 Zentren in den USA, Kanada sowie Australien wurde die endgültige Version generiert, bestehend aus 78 Fragen, die in 3 Module geteilt wurde, welche getrennt oder gemeinsam bewertet werden können. Das DASH-Modul als Kernstück des Instruments enthält 30 Fragen bezüglich funktioneller Aktivitäten des täglichen Lebens und spezifischer Symptome. Weitere optionale Fragebögen, bestehend aus 4 Fragen, befassen sich speziell mit Schwierigkeiten im Zusammenhang mit sportlichen und musikalischen Aktivitäten bzw. mit der Fähigkeit, Arbeitstätigkeiten zu verrichten (Hudak et al. 1996, Germann et al. 1999, Germann et al. 2003). Im weiteren Verlauf wurde dieser Fragebogen auch in die deutsche

Sprache übersetzt und in einer Studie an 342 Patienten, welche in 6 Patientengruppen mit unterschiedlichen Operationen an der Hand unterteilt wurden, hinsichtlich seiner Verwendung im deutschen Sprachraum und erneut bezüglich seiner Validität überprüft.

6.5.3.2 DASH und objektive Parameter sowie Schwere der Verletzung

Nach weitreichender Etablierung des DASH-Score war folglich von weiterem Interesse, inwieweit der DASH mit den bisher für die postoperative Funktionsevaluierung zumeist angewandten, objektiven Parametern wie Bewegungsausmaß und Kraft korreliert bzw. diese in Zukunft sogar ersetzen kann. In einer im Jahre 2005 veröffentlichten Studie wurde die Korrelation zwischen dem DASH und den objektiven Parametern Gelenkbeweglichkeit und Kraft sowie zum Krimmer- und Cooney-Score, bisher verwendeter sogenannter “Misch-Scores“, welche objektive und subjektive Parameter kombinieren, herausgestellt. Hierbei wurden insgesamt 367 Patienten mit 6 verschiedenen Diagnosen betrachtet und untersucht. Die Evaluation der Beweglichkeit und Kraft erfolgte durch Messung mittels Goniometer nach der Neutral-Null-Methode bzw. mittels Jamar-Dynamometer und die Werte wurden in Prozent zur kontralateralen Hand dargestellt. Es erfolgte eine Auswertung der Korrelation getrennt für die verschiedenen Diagnosen mit unterschiedlichen Ergebnissen. Insgesamt konnte keine Korrelation zum Bewegungsausmaß, allerdings zum Teil, jedoch nicht durchgängig, ein Zusammenhang zur Kraft aufgezeigt werden, was vermuten ließ, dass der Patient eine Krafteinbuße als größere Einschränkung empfindet als ein Einbuße an Bewegung (Jester et al. 2005). In einer Untersuchung von 1998 von MacDermid et al., welche eigentlich der Überprüfung der Korrelation des Fingerkuppenhohlhandabstandes (FKHA) mit der Einzelgelenkausmessung galt, wurde zusätzlich eine Überprüfung des Zusammenhangs mit dem DASH durchgeführt. Hierbei zeigte sich eine Korrelation von $r = 0,45$ mit den Werten der Einzelgelenkmessung sowie von nur $r = 0,30$ mit dem FKHA (MacDermid et al. 1998). In einer weiteren Studie von 1999 ergab sich eine Korrelation zwischen Kraft und DASH mit $r = -0,47$. Hierbei erfolgte die Untersuchung an Patienten mit psoriatisch entzündeten Gelenken (Navsarikar et al. 1999). In einer Studie über multiple Handfrakturen aus dem Jahre 2007 wurde die Korrelation des DASH mit den Richtlinien für eine gesundheitliche Beeinträchtigung der “American Medical Association“ (AMA) untersucht. Die Intention dieser Untersuchung bestand darin, den Zusammenhang zwischen der tatsächlichen gesundheitlichen Beeinträchtigung (engl.: “impairment“) und der durch den Patienten empfundenen Behinderung (engl.: “disability“) herauszustellen. Hierbei gab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den AMA Richtlinien und dem DASH, was

auf eine Notwendigkeit der Unterscheidung zwischen der gesundheitlichen Beeinträchtigung des Patienten durch den jeweiligen Unfall und der daraus entstandenen, vom Patienten individuell empfundenen, Behinderung im täglichen Leben hinweist (Van Oosterom et al. 2007). Eine Untersuchung an 38 Patienten mit erfolgreichen Fingerreplantationen aus dem Jahre 2006 bediente sich ebenfalls dem DASH als subjektivem "Outcome"-Parameter. Als objektiver Parameter wurde hierbei das Vorhandensein von Kälteintoleranz ermittelt. Hierbei ergab sich keine Korrelation zwischen dem DASH und der Kälteintoleranz, als Fazit allerdings bestätigte sich der DASH erneut als repräsentatives Nachuntersuchungsinstrument, kombiniert mit einem objektiven Parameter (Dabernig et al. 2006). In einer weiteren Studie aus dem Jahre 2007 wurde anhand der Ergebnisse von 205 Handgelenksoperationen abermals der Zusammenhang zwischen tatsächlicher gesundheitlicher Beeinträchtigung (engl.: "impairment") und der durch den Patienten empfundenen Behinderung (engl.: "disability") herausgestellt. Hier zeigte sich erneut eine Korrelation zwischen DASH und Handkraft ($r = 0,47$) mit nur schwacher Korrelation zwischen DASH und ROM, als Parameter für das Bewegungsausmaß ($r = 0,24$). Hieraus wurde geschlossen, dass die Handkraft einen relevanten Parameter, das Bewegungsausmaß jedoch eher eine untergeordnete Rolle für die Evaluation der Behinderung des Patienten darstellt (De Smet 2007). Bei Betrachtung der Werte dieser Studie ergab sich, wie bereits oben erwähnt, kein signifikanter Zusammenhang zwischen DASH und dem initialen Schweregrad der Verletzung, gemessen durch den HISS, mit einem Pearson'schen Korrelationskoeffizient $r = 0,17$. Bei Auswertung des Zusammenhangs von DASH und Kraft des Grobgriffs ergab sich ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von $r = -0,44$, vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien. Eine Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen DASH und objektiver Untersuchungsparameter zur Beweglichkeit der Fingergelenke sowie zwischen DASH und Sensibilität in der vorliegenden Untersuchung gestaltet sich schwierig, da sich die Werte sowohl für Sensibilität als auch für Beweglichkeit immer auf einzelne Finger beziehen, der DASH aber nur für die gesamte Hand bzw. den gesamten Patienten ermittelbar ist.

6.5.3.3 DASH und mögliche Einflussfaktoren

Bei Betrachtung der Werte der Studien vergangener Jahre, sowie auch dieser Untersuchung, zum DASH, lässt sich insgesamt kein klarer Zusammenhang des DASH, weder zum initialen Schweregrad der Verletzung, noch zu den am häufigsten gemessenen objektiven "Outcome"-Parametern aufzeigen. Wie bereits oben erwähnt ist zwischen der tatsächlichen gesundheitlichen Beeinträchtigung des Patienten und der individuell empfundenen

Behinderung, wie sie der DASH erfasst, zu unterscheiden. Ein Grund hierfür ist zum einen wahrscheinlich die Beeinflussung des DASH durch den psychologischen Status des Patienten. In einer Studie aus dem Jahre 2006 wurde der Zusammenhang von DASH und “Eysenck Personality Questionnaire-Revised“ (EPQ-R) zur Messung von Neurotizismus, zum “Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale“ (CES-D), zur Evaluierung von Symptomen einer Depression, sowie zum “Pain Anxiety Symptoms Scale“ (PASS) untersucht. Hierbei ergab sich eine signifikant positive Korrelation zwischen dem DASH und Depression sowie zwischen DASH und der Angst vor Schmerzen, jedoch keine Korrelation zwischen DASH und Neurotizismus. Außerdem zeigte sich, dass auch das jeweilige Geschlecht Einfluss auf den DASH zu haben scheint (Ring et al 2006). Eine weitere Arbeit von 2009 untersucht das Krankheitsempfinden von Patienten nach Handverletzungen. Hierbei wurde 57 Patienten untersucht und jeweils der Schweregrad mittels HISS, der DASH sowie der “revised Illness Perception Questionnaire“ (IPQ-R) angewandt. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen HISS, DASH und dem IPQ-R, woraus sich schließen ließ, dass das Krankheitsempfinden nicht durch das akute Trauma beeinflusst wurde. Auch zeigte sich, dass Patienten mit weiblichem Geschlecht sowie Patienten mit Verletzung der dominanten Hand signifikant stärkere subjektive Behinderung empfanden (Chan et al. 2009). In einer weiteren Studie aus dem Jahre 2009 wurde der Versuch unternommen, den DASH an mögliche depressive Zustände des Patienten anzupassen, um somit den Mittelwert und die Abweichung zu reduzieren. Hierbei wurden von 560 Patienten sowohl der DASH als auch der “Center for Epidemiologic Studies Depression Scale“ (CES-D) ausgewertet. Bei der Auswertung zeigte sich für 13 der 30 Fragen des DASH-Hauptteils eine Korrelation mit $r > 0,2$ zum CES-D, woraufhin eine Korrektur dieser 13 Punkte bezüglich der Beeinflussung durch Depression stattfand und somit eine signifikante Reduktion von Mittelwert und Standardabweichung erzielt werden konnte. Hierdurch konnte erneut die Beeinflussung des DASH durch Depression dargestellt werden. Auch wurde klargestellt, dass weitere Studien notwendig sind, um Zusammenhänge zwischen DASH und weiteren wichtigen subjektiven und psychologischen Aspekten von Krankheitsverhalten offenzulegen, den DASH dahingehend anzupassen und somit die Korrelation zwischen DASH und objektiven Parametern zu verbessern (Calderón et al. 2009). Im Jahre 2008 wurde anhand einer Studie herausgestellt, dass der DASH nicht spezifisch für die obere Extremität ist, sondern auch durch Beeinträchtigung der unteren Extremität beeinflusst wird. Daraufhin wurde der sogenannte “M2 DASH-Manchester-modified Disabilities of Arm Shoulder and Hand score“ entwickelt (Khan et al. 2008).

Aufgrund der Ergebnisse all dieser Studien müssen auch die Ergebnisse des DASH in der vorliegenden Arbeit kritisch betrachtet werden. Auch hier handelt es sich um Patienten verschiedener Altersgruppen, verschiedenen Geschlechtes, bei denen einmal die dominante, aber auch die nicht dominante Hand betroffen ist. Auf eine Untersuchung des psychologischen Status, wie etwa vorhandener Depressionen, sowie auch Beeinträchtigung der unteren Extremität wurde verzichtet.

Es erfolgte jedoch zusätzlich eine Messung der Beweglichkeit im Schultergelenk. Hierbei zeigte sich, dass in überwiegender Mehrzahl der Fälle kein wesentlicher Unterschied in der zur gesunden sowie zur verletzten Hand gehörigen Schulter messbar war. Eine Beeinflussung des DASH hierdurch ist somit vernachlässigbar.

6.6 Postoperative Nachbehandlung

Eine detaillierte Erhebung der Daten bezüglich des Umfangs der Nachbehandlung im Sinne von Ergo- und Physiotherapie wurde nicht vorgenommen, jedoch wurden in der Regel alle Patienten durch den jeweiligen Operateur nachbehandelt und im Rahmen einer Handsprechstunde, in regelmäßigen Abständen gesehen. Hierbei wurde nahezu immer Ergo- bzw. Physiotherapie verordnet und in Zusammenarbeit von Ergotherapeut und Chirurg bei entsprechender Indikation notwendige Schienen angepasst. Dies erfolgte bis zum Behandlungsabschluss. Gerade schwere Handverletzungen sind eine große Herausforderung für Handtherapeuten. Die gute Zusammenarbeit zwischen Handtherapeut, Chirurg und natürlich auch Patient haben ebenfalls großen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis nach schweren Handverletzungen (Chan et al. 2003).

6.7 Ergebnisvergleich mit anderen Studien

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit denen anderer Studien ist etwas erschwert, da es nur wenige Studien gibt, die sich speziell mit Kreissägenverletzungen befassen, einige hiervon schon älter sind und sich anderer Bewertungsparameter bedienen oder insgesamt andere Schwerpunkte setzen bzw. nicht auf Nachuntersuchungen basierten. Erwähnt wurde im Vorfeld bereits die Arbeit von Christian Laukner von 1978 über 43 Patienten mit Kreissägenverletzungen, von denen 26 nachuntersucht wurden. Bezüglich der Patientendaten erfolgten ähnliche Erhebungen wie auch in der vorliegenden Studie, jedoch wurden die Behandlungsergebnisse weniger detailliert dargelegt und ohne Anwendung von in der Literatur bekannter objektiver oder subjektiver "Outcome"-Parameter (Laukner 1978). Ähnliches gilt für die Studie von Joachim Krüger aus dem Jahre 1989 über 338 Patienten mit

Kreissägenverletzungen, von denen 235 nachuntersucht wurden. Hier wurde ein größerer Schwerpunkt auf die Behandlungsergebnisse gelegt, jedoch auch unter Verwendung anderer Parameter. Wie auch in dieser Studie erfolgte die Anwendung des Buck-Gramcko-Scores, allerdings wurde der Schweregrad der Verletzung, anders als in der vorliegenden Studie, durch das Schema nach BONTE beschrieben, was wiederum eine Vergleichbarkeit erschwert (Krüger 1989). Darüber hinaus existiert in der Literatur eine Vielzahl von Studien, die sich mit schweren Handverletzungen im Allgemeinen oder mit Verletzungen spezifischer Strukturen der Hand befassen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei Untersuchungen zu Replantationen im Handbereich nach Amputation, bedingt durch vielerlei Ursachen, sowie auch Untersuchungen zu Beugesehnenverletzungen. Eine Untersuchung aus dem Jahre 2007 untersucht 43 Patienten mit insgesamt 174 verletzten Fingern nach transmetacarpalen Replantationen, von denen 38 nachuntersucht wurden. Hierbei waren auch 60% der Verletzungen durch Unfälle mit Kreissägen verursacht. Es erfolgten unter anderem eine Sensibilitätsmessung mittels Semmes-Weinstein-Monofilamenten, eine Evaluierung der Beweglichkeit der Fingergelenke mittels TAM-Score, eine Ermittlung der Kraft des Grob- sowie Präzisionsgriffs sowie eine Erhebung der Wiederaufnahme des Berufs. Hierbei ergab sich für den TAM ein Mittelwert von 154° für alle verletzten Finger. In der vorliegenden Arbeit ergab sich ein TAM Mittelwert von 152° für alle verletzten Langfinger sowie von 117° für alle verletzten Daumen. Für die Kraft des Grobgriffs ergab sich ein Wert von 56% der unverletzten Seite, in der vorliegenden Arbeit von 75,24% der gesunden Gegenseite (Paavilainen et al. 2007). Eine Arbeit aus Polen von 2008 befasste sich mit 94 Patienten, die zwischen 1995 und 2001 wegen totalen oder subtotalen Amputationen chirurgisch behandelt wurden. 40 dieser 94 Patienten, mit insgesamt 59 replantierten bzw. revaskularisierten Fingern konnten nachuntersucht werden. Das mittlere Alter der Patienten lag hier bei 38 Jahren. 33 dieser 40 Patienten erlitten ihren Unfall ebenfalls durch Umgang mit Kreissägen. Die Nachuntersuchung umfasste unter anderem die Messung des aktiven Bewegungsumfanges, der Handkraft, der Sensibilität sowie der Durchblutung bzw. Kälteintoleranz. Der Mittelwert der aktiven Bewegungsumfänge aller verletzten Langfinger betrug hierbei 130°, der aller verletzter Daumen 56°. Ein Score zur Darstellung der Schwere der Verletzung kam nicht zur Darstellung. Da es sich jedoch bei allen Verletzungen um subtotale oder sogar totale Amputationen handelt, wären alle Finger bei Angabe eines Score, wie etwa dem HISS, mit sehr hohen Werten einzuordnen. Die Messung der Sensibilität erfolgte sowohl mittels der 2-Punkte-Diskrimination sowie auch durch Anwendung von Semmes-Weinstein-Monofilamenten. Hierbei konnte bei keinem der 59 Finger eine Antwort

mit dem Filament für “Normal Sensation“ erreicht werden (Walaszek und Zyluk 2008). Eine weitere Untersuchung aus Belgien aus dem Jahre 2006 befasst sich ausschließlich mit Beugesehnenverletzungen der Hand. Auch hier erfolgte eine Nachuntersuchung an 17 Patienten mit 28 Beugesehnenverletzungen und einem Durchschnittsalter von 32 Jahren. Im Rahmen der Nachuntersuchung erfolgte eine Ermittlung der Bewegungsumfänge mittels TAM- und Original-Strickland-Score, der Kraft des Grob- sowie des Präzisionsgriffs und des DASH-Fragebogens. Im Nachhinein erfolgte ein Vergleich der einzelnen Bewertungsparameter. Hier ergab sich eine gute Korrelation von TAM und Original-Strickland, mit nur geringer Korrelation von DASH und TAM sowie DASH und Kraft des Präzisionsgriffs (Libberecht et al. 2006). Zwei große Studien aus Polen befassten sich mit 1287 bzw. 1199 Patienten mit schweren Handverletzungen. In der 2006 veröffentlichten Studie wurden 626 Patienten nachuntersucht. Hierbei zeigte sich, dass die schwersten Unfälle mit dem größten Ausmaß an Behinderung durch Arbeit mit mechanischem Werkzeug, vor allem im Rahmen der beruflichen Tätigkeit, aufgetreten waren (Trybus et al. 2008, Trybus et al. 2006).

6.8 Unfallursachen und Unfallvermeidung

Die Ursachen der Kreissägenverletzungen sind zum einen begründet in der Tatsache, dass Arbeiten an der Kreissäge häufig von Personen ausgeführt werden, die für diese nicht ausgebildet sind. Dies zeigen auch die Ergebnisse früherer Arbeiten, die belegen, dass es sich bei der Mehrheit der Patienten mit Kreissägenverletzungen um Personen handelt, die diese Arbeiten in ihrer Freizeit ausgeführt haben und beruflich mit diesen Werkzeugen nichts zu tun haben. Auch ist bei C. Laukner gezeigt worden, dass ein großer Teil der Patienten zu keinem früheren Zeitpunkt beruflich mit Kreissägen zu tun hatte und demzufolge ungeübt war. Eine zweite Ursache der Kreissägenverletzungen ergibt sich aus der Tatsache, dass die von den Patienten verwendeten Maschinen häufig nicht den festgelegten Vorschriften entsprechen (Trybus et al. 2008, Laukner 1978, Krüger 1989, Fikry et al. 2004).

In einem Bericht von 2005 wurde dargelegt, dass jährlich tausende von Menschen schwerste Handverletzungen durch die inkorrekte Handhabung von Motorsägen erleiden. Durch die “American Society for Surgery of the Hand“ wurden eine Reihe geeigneter Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Handverletzung durch diese Werkzeuge empfohlen. Hierunter waren zum einen spezielle Ratschläge, wie die Verwendung scharfer anstatt stumpfer Sägeblätter, um das Hängenbleiben des Werkstückes sowie mögliches Rückschlagen zu vermeiden. Zum anderen wurden allgemeine Ratschläge, wie die

Vermeidung von weiter Kleidung und Schmuck am Handgelenk während des Sägevorgangs, das ständige “im Auge behalten“ des Werkstückes sowie die permanente Konzentration und die Vermeidung von Alkoholkonsum vor dem Benutzen einer Säge, formuliert (Renn 2005).

7. Schlussfolgerung

In der von mir vorgelegten Arbeit wurden 164 Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2005 in der Klinik für Hand-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Friedrich-Schiller-Universität Jena auf Grund von Kreissägenverletzungen stationär versorgt wurden, betrachtet. 70 dieser Patienten konnten nachuntersucht werden. Über den Untersuchungszeitraum zeigte sich bei insgesamt hohen Patientenzahlen ein Anstieg von 2000 zu 2005 mit beinahe doppelt soviel Verletzungen im Jahre 2005 wie 2000. Hieraus lässt sich schließen, dass Verletzungen mit Kreissägen auch in den folgenden Jahren eine zunehmende Problematik darstellen werden. Trotz teilweise stark variierender Verletzungsausmaße ist eine separate Betrachtung dieser Verletzungen sinnvoll.

Ein großer Schwerpunkt dieser Studie liegt in der Darstellung der Behandlungsergebnisse nach Kreissägenverletzungen. Wie bereits in der Diskussion erwähnt handelt es sich in der vorliegenden Arbeit mehrheitlich um sehr schwere Verletzungen. Gemessen wurde die Schwere der Verletzung durch den "HISS-Score", welcher insgesamt in 50,61% der Fälle einen Wert über 100 ("major") erreichte, für die BG-Patienten sogar in 60%, für die Kassen-Patienten in 50,91% der Fälle.

Trotz dieser großen Anzahl von schweren bis schwersten Verletzungen ergaben sich bei Betrachtung der objektiven Parameter, für die Beweglichkeit, in der Mehrheit gute bis sehr gute Ergebnisse. Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgte die Darstellung durch 3 bzw. 4 verschiedene Scores, nämlich dem Buck-Gramcko-Score, dem TAM-ASSH- sowie dem Strickland-Score, original bzw. modifiziert, wobei sich für Buck-Gramcko und TAM-ASSH eine hohe Korrelation zeigte. Auch für die Handkraft, welche ebenfalls für die normale Nutzung der Hand im täglichen Leben von großer Bedeutung ist, ergaben sich insgesamt, für Kraft des Grob- und Präzisionsgriffes, Mittelwerte zwischen 67% und 75 % der Gegenseite, was eine gute Gebrauchsfähigkeit der Hand gewährleistet. Die weniger zufriedenstellenden Werte der Sensibilität, gemessen durch den Test nach Semmes-Weinstein, lassen sich auch durch bisherige Veröffentlichungen in der Literatur erklären, in welcher die bisher gebräuchlichen Gruppeneinteilungen von "Normal" bis "Loss of protective sensation" in Frage gestellt wurden.

Den objektiven Behandlungsergebnissen gegenüberzustellen sind die subjektiven Parameter. Hierbei wurde zum einen die Schmerzintensität mittels VAS-Skala untersucht. Hierbei zeigte sich, dass in Ruhe nur ein kleiner Teil der Patienten Schmerzen beklagt und auch bei

Bewegung gab die Mehrheit der Patienten einen Wert zwischen 1 und 3 auf der VAS-Skala an. Bezüglich der Ästhetik gaben 72,86% der Patienten an, dass sie das ästhetische Bild der verletzten Hand als vergleichbar gut oder lediglich ein wenig schlechter als vor dem Unfall empfinden.

Ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der subjektiven Behandlungsergebnisse ist der DASH-Score. Auch hier ergaben sich bei einem Mittelwert von 17,16 insgesamt gute Ergebnisse, was darauf schließen lässt, dass trotz schwerer initialer Verletzungsausmaße bei korrekter und rechtzeitiger operativer Versorgung und folgender funktioneller Nachbehandlung eine zufriedenstellende Funktion der Hand wieder hergestellt werden konnte, mit der der Patient die verschiedenen Aufgaben des täglichen Lebens meistern und seine Lebensqualität aufrecht erhalten kann.

Wie bereits in anderen Studien nachgewiesen, lässt sich kein klarer Zusammenhang des DASH, weder zum initialen Schweregrad der Verletzung (HISS) noch zu den objektiven Parametern aufzeigen, was darauf schließen lässt, dass es zwischen der tatsächlichen gesundheitlichen Beeinträchtigung des Patienten und der individuell empfundenen Behinderung, wie sie der DASH erfasst, zu unterscheiden gilt.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil war die Untersuchung der sozialen und ökonomischen Folgen des Unfalls. Hierbei ergaben sich mit der Feststellung, dass 44,29% der Patienten nach dem Unfall wieder die gleiche berufliche Tätigkeit aufnehmen konnten und 83,33% eine Arbeitsunfähigkeitsdauer von nicht mehr als 6 Monaten aufwiesen, ebenfalls zufriedenstellende Werte. Auch gaben 78,57% der Patienten an, dass sie nur geringe oder gar keine finanziellen Einbußen durch den Unfall erlitten hatten.

Etwas schwieriger gestaltete sich die Erhebung der vermutlichen Unfallursache. Hierbei gaben immerhin 42,86% der Patienten die Antwort „unerklärlich“. Über die der restlichen Patienten angegebenen möglichen Ursachen hinaus, lässt sich ein Teil der Unfälle wohl zum einen durch unzureichende Erfahrung im Umgang mit den Werkzeugen erklären. 68,57% der Patienten schöpften hierbei ihre Erfahrung mit der Kreissäge lediglich aus dem privaten Bereich. Auch können aus der Angabe, dass nur bei 58,57% aller verwendeten Kreissägen alle Schutzeinrichtungen vorhanden waren, Rückschlüsse auf eventuelle Ursachen gezogen werden.

8. Literaturverzeichnis

1. Altan L, Akin S, Bingol U, Ozbek S, Yurtkuran M. 2004. The prognostic value of the Hand Injury Severity Score in industrial hand injuries. *Ulus Travma Derg*, 10(2): 97-101.
2. American Society for Surgery of the Hand. 2005 Hand Surgeons Provide Tips for Power Saw Safety. Press Release 04/05/2005.
3. Amirjani N, Ashworth NL, Watt MJ, Gordon T, Chan KM. 2009. Corticosteroid iontophoresis to treat carpal tunnel syndrome: a double-blind randomized controlled trial. *Muscle Nerve*, 39(5):627-33.
4. Bell-Krotoski JA, Ewing Fess E, Figarola JH, Hiltz D. 1995. Treshold Detection and Semmes Weinstein Monofilaments. *J Hand Therapy*,
5. Berger A, Hierner R. 2001. Amputationsverletzungen im Handbereich (Mikroamputationen). In: Schmit-Neuerburg KP, Towfigh H, Letsch R, Hrsg. *Tscherne Unfallchirurgie*. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 357-358.
6. Berger A, Hierner R, Becker MH, Rieck B, Lassner F. 1997. Surgical replantation. *Der Unfallchirurg*, 100(9): 694-704.
7. Bonte W, Goldberg R. 1982. Akzidentelle Kreissägenverletzungen. *Z. Rechtsmed*, 89(3):173-80.
8. Bueno RA Jr, Neumeister MW. 2003. Outcomes after mutilating hand injuries: review of the literature and recommendations for assessment. *Hand Clin*, 19(1):193-204.
9. Buck-Gramcko D, Dietrich FE, Gögge S. 1976. Bewertungskriterien bei Nachuntersuchungen von Beugeschnenwiederherstellungen. *Handchir*, 8: 65-69.
10. Calderón SA, Zurakowski D, Davis JS, Ring D. 2010. Quantitative Adjustment of the Influence of Depression on the Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (DASH) Questionnaire. *Hand*, 5(1):49-55.
11. Campbell DA, Kay SP. 1996. The Hand Injury Severity Scoring System. *J Hand Surg Br*, 21(3):295-8.
12. Chan SW, LaStayo P. 2003. Hand therapy management following mutilating hand injuries. *Hand Clin*, 19(1):133-48.
13. Chan JC, Ong JC, Avalos G, Regan PJ, McCann J, Groarke A, Kelly JL. 2009. Illness representations in patients with hand injury. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 62(7):927-32.

14. Chung-Wei C, Yun-Qing Q, Zhong-Jia Y. 1978. Extremity replantation. *World J Surg*, 2(4):513-24.
15. Dabernig J, Hart AM, Schwabegger AH, Dabernig W, Harpf C. 2006. Evaluation outcome of replanted digits using the DASH score: review of 38 patients. *Int J Surg*, 4(1): 30-6.
16. De Smet L. 2007. Relationship of impairment, disability and working status after reconstructive surgery of the wrist. *Hand Surg*, 12(2):67-71.
17. Feng Y, Schlösser FJ, Sumpio BE. 2009. The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. *J Vasc Surg*, 50(3):675-82.
18. Fikry T, Saidi H, Latifi M, Essadki B, Zryouil B. 2004. [Hand trauma from table saw: best prevention]. *Chir Main*, 23(2):96-9.
19. Frykman GK, Wood VE. 1974. Saving amputated digits. Current status of replantation of fingers and hands. *West J Med*, 121(4):265-9.
20. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. 2003. Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des "Disability of Arm, Shoulder, Hand" (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. *Unfallchirurg*, 106(1):13-9.
21. Germann G, Wind G, Harth A. 1999. Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 31(3):149-52.
22. Gregory RT, Gould RJ, Peclet M, Wagner JS, Gilbert DA, Wheeler JR, Snyder SO, Gayle RG, Schwab CW. 1985. The mangled extremity syndrome (M.E.S.): a severity grading system for multisystem injury of the extremity. *J Trauma*, 25(12): 1047-50.
23. Hage JJ, van der Steen LP, de Groot PJ. 1995. Difference in sensibility between the dominant and nondominant index finger as tested using the Semmes-Weinstein monofilaments pressure aesthesiometer. *J Hand Surg Am*, 20(2):227-9.
24. Holewski JJ, Stess RM, Graf PM, Grunfeld C. 1988. Aesthesiometry: quantification of cutaneous pressure sensation in diabetic peripheral neuropathy. *J Rehabil Res Dev*, 25(2):1-10.
25. Howe HR Jr, Poole GV Jr, Hansen KJ, Clark T, Plonk GW, Koman LA, Pennell TC. 1987. Salvage of lower extremities following combined orthopedic and vascular trauma. A predictive salvage index. *Am Surg*, 53(4):205-8.

26. Hsu HY, Kuo LC, Chiu HY, Jou IM, Su FC. 2009. Functional sensibility assessment. Part II: Effects of sensory improvement on precise pinch force modulation after transverse carpal tunnel release. *J Orthop Res*, 27(11):1534-9.
27. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. 1996. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*, 29(6):602-8.
28. Jester A, Harth A, Wind G, Germann G, Sauerbier M. 2005. Ersetzt der Disability of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH) die Erfassung von Bewegungsausmaß und Kraft bei der Bewertung von Eergebnissen?. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 37(2):126-130.
29. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST Jr. 1990. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*, 30(5):568-72.
30. Jordanova M, Lindenberger U. 2003. Light-pressure sensitivity of the hand during middle adulthood. Age differences and female advantage. *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 56(11):71-6.
31. Kets CM, Van Leerdam ME, Van Brakel WH, Deville W, Bertelsmann FW. 1996. Reference values for touch sensibility thresholds in healthy Nepalese volunteers. *Lepr Rev*, 67(1):28-38.
32. Khan WS, Jain R, Dillon B, Clarke L, Fehily M, Ravenscroft M. 2008. The 'M2 DASH'-Manchester-modified Disabilities of Arm Shoulder and Hand score. *Hand(NY)*, 3(3):240-4.
33. Kim WK, Lim JH, Han SK. 1996. Fingertip replantations: clinical evaluation of 135 digits. *Plast Reconstr Surg*, 98(3):470-6.
34. Kleinert HE, Jablon M, Tsai TM. 1980. An overview of replantation and results of 347 replants in 245 patients. *J Trauma*, 20(5):390-8.
35. Kleinert HE, Kasdan ML. 1965. Anastomosis of digital vessels. *J Med Assoc*, 63:106-108.
36. Kleinert HE, Verdan C. 1983. Report of the Committee on Tendon Injuries (International Federation of Societies for Surgery of the Hand). *J Hand Surg Am*, 8(5 Pt2):794-8.
37. Komatsu S, Tamai S. 1968. Successful replantation of a completely cut-off thumb. Case report. *Plast Reconstr Surg*, 42(4):374-377.

38. Krüger J. 1989. Retrospektive Studie (1980 - 1985) über Kreissägenverletzungen der distalen oberen Extremität unter besonderer Berücksichtigung soziologischer Aspekte [Dissertation]. Magdeburg: Medizinische Akademie.
39. Laukner C. 1978. Kreissägenverletzungen der Hand - Stationäres Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Halle der Jahre 1965 bis 1974 [Dissertation]. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität.
40. Lee CL, Wu MY, Chang JH, Chiu HY, Chiang CH, Huang MH, Guo YL. 2008. Prediction of hand function after occupational hand injury by evaluation of initial anatomical severity. *Disabil Rehabil*, 30(11):848-54.
41. Levin S, Pearsall G, Ruderman RJ. 1978. Von Frey's method of measuring pressure sensibility in the hand: an engineering analysis of the Weinstein-Semmes pressure aesthesiometer. *J Hand Surg Am*, 3(3):211-16.
42. Libberecht K, Lafaire C, Van Hee R. 2006. Evaluation and functional assessment of flexor tendon repair in the hand. *Acta Chir Belg*, 106(5):560-5.
43. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. 1998. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *J Orthop Trauma*, 12(8):577-86.
44. Malt RA, McKhann CF. 1964. Replantation of severed arms. *JAMA*, 189:716-722.
45. Matsuzaki H, Narisawa H, Miwa H, Toishi S. 2009. Predicting functional recovery and return to work after mutilating hand injuries: usefulness of Campbell's Hand Injury Severity Score. *J Hand Surg Am*, 34(5):880-5.
46. Mink van der Molen AB, Ettema AM, Hovius SE. 2003. Outcome of hand trauma: the hand injury severity scoring system (HISS) and subsequent impairment and disability. *J Hand Surg Br*, 28(4):295-9.
47. Navsarikar A, Gladman DD, Husted JA, Cook RJ. 1999. Validity assessment of the disabilities of arm, shoulder, and hand questionnaire (DASH) for patients with psoriatic arthritis. *J Rheumatol*, 26(10):2191-4.
48. Paavilainen P, Nietosvaara Y, Tikkinen KA, Salmi T, Paakkala T, Vilkki S. 2007. Long-term results of transmetacarpal replantation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 60(7):704-9.
49. Periyasamy R, Manivannan M, Narayanamurthy VB. 2008. Changes in two point discrimination and the law of mobility in diabetes mellitus patients. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj*, 29(3):3.

50. Richter O. 1971. Versuche über Handhaltung und Fingerstellung bei Kreissägeverletzungen zur Beurteilung einer fraglichen Selbstverstümmelung. *Z. Gesamte Med Gutachtertätigkeit*, 68:59-61.
51. Ring D, Kadzielski J, Fabian L, Zurakowski D, Malhotra LR, Jupiter JB. 2006. Self-reported upper extremity health status correlates with depression. *J Bone Joint Surg Am*, 88(9):1983-8.
52. Russell WL, Sailors DM, Whittle TB, Fisher DF Jr, Burns RP. 1991. Limb salvage versus traumatic amputation. A decision based on a seven-part predictive index. *Ann Surg*, 213(5):473-81.
53. Saxena P, Cutler L, Feldberg L. 2004. Assessment of the severity of hand injuries using "hand injury severity score", and its correlation with the functional outcome. *Injury*, 35(5):511-6.
54. Spreen D, Strauss E. 1991. *Compendium of Neuropsychological Tests - Administration, Norms, Commentary*. New York: Oxford University Press, 334-339.
55. Strickland JW. 1985. Results of flexor tendon surgery in zone II. *Hand Clin*, 1(1):167-79.
56. Strickland JW, Glogovac SV. 1980. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: A comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am*, 5(6):537-43.
57. Stucke K, Bayreuther H. 1955. Die Chirurgie des Sägeunfalls. Beihefte zur *Monatsschrift für Unfallheilkunde und Versicherungsmedizin*, 49.
58. Tamai S. 1993. History of microsurgery--from the beginning until the end of the 1970s. *Microsurgery*, 14(1):6-13.
59. Tamai S. 1982. Twenty years' experience of limb replantation--review of 293 upper extremity replants. *J Hand Surg Am*, 7(6):549-56.
60. Tomaschewski JM. 2008. Verletzungsmerkmale nach freiwilliger und unfreiwilliger Zufügung von Hand- und Fingerverletzungen. [Dissertation]. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität.
61. Trybus M, Guzik P, Lorkowski J, Hładki W, Brongel L. 2008. [Hand injuries caused by circular saw]. *Przegl Lek*, 65(1):43-6.
62. Trybus M, Lorkowski J, Hładki W, Brongel L. 2008. [Major hand injuries--their causes and consequences]. *Przegl Lek*, 65(1):47-9.
63. Trybus M, Lorkowski J, Hładki W, Brongel L, Budzyński P. 2006. [Posttraumatic hand impairment]. *Przegl Lek*, 63 Suppl 5:40-2.

64. Tsai TM, Jupiter JB, Wolff TW, Atasoy E. 1981. Reconstruction of severe transmetacarpal mutilating hand injuries by combined second and third toe transfer. *J Hand Surg Am*, 6(4):319-28.
65. Urso-Baiarda F, Lyons RA, Laing JH, Brophy S, Wareham K, Camp D. 2008. A prospective evaluation of the Modified Hand Injury Severity Score in predicting return to work. *Int J Surg*, 6(1):45-50.
66. Van der Molen AB, Matloub HS, Dzwierzynski W, Sanger JR. 1999. The hand injury severity scoring system and workers' compensation cases in Wisconsin, USA. *J Hand Surg Br*, 24(2):184-6.
67. Van Oosterom FJ, Ettema AM, Mulder PG, Hovius SE. 2007. Impairment and disability after severe hand injuries with multiple phalangeal fractures. *J Hand Surg Am*, 32(1):91-5.
68. Van Vliet D, Novak CB, Mackinnon SE. 1993. Duration of contact time alters cutaneous pressure threshold measurements. *Ann Plast Surg*, 31(4):335-9.
69. Wachter NJ, Gülke J, Krischak GD, Katzmaier P, Ebinger T, Mentzel M. 2005. Einschätzung der Verletzungsschwere sowie der Dauer der Arbeitsunfähigkeit bei Handverletzungen mit dem HISS-Bewertungsschema. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 37(4):238-44.
70. Walaszek I, Zyluk A. 2008. Long term follow-up after finger replantation. *J Hand Surg Eur Vol*, 33(1):59-64.
71. Waldner-Nisson B. 2009. Ergotherapie in der Handrehabilitation I. Zweite Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
72. Waldner-Nilsson B. 1997. Ergotherapie in der Handrehabilitation II. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
73. Watts AM, Greenstock M, Cole RP. 1998. Outcome following the rehabilitation of hand trauma patients. The importance of a subjective functional assessment. *J Hand Surg Br*, 23(4):485-9.
74. Weinstein S. 1993. Fifty years of somatosensory research: from the Semmes-Weinstein monofilaments to the Weinstein Enhanced Sensory Test. *J Hand Ther*, 6(1):11-22; discussion 50.
75. Weinzwieg J, Weinzwieg N. 1997. The "Tic-Tac-Toe" classification system for mutilating injuries of the hand. *Plast Reconstr Surg*, 100(5):1200-11.
76. Wilson FR. 2000. Die Hand - Geniestreich der Evolution : ihr Einfluss auf Gehirn, Sprache und Kultur der Menschen. Stuttgart: Klett/Cotta-Verlag.

77. Vögelin E. 2002. Die Welt erfühlen und ergreifen - Die Hand als Tastorgan. Unipress Bern, 113:2-3.

Lebenslauf

Name: Caroline Mallok
Anschrift: Rosa-Luxemburg-Str.30
07743 Jena
Geburtsdatum: 16.08.1981
Geburtsort: Rudolstadt
Familienstand: ledig
Telefon: 0171/7810974
Mail: caroline_mallok@web.de

Schulbildung:

1988 – 2001 Grundschole und Gymnasium
1998 – 1999 Auslandsschuljahr USA
Juni 2001 Abitur am Friedrich - Fröbel - Gymnasium Bad Blankenburg

Studium:

2001 – 2007 Studium der Humanmedizin an der Friedrich - Schiller - Universität
Jena
Nov. 2007 Staatsexamen in Humanmedizin

Praktisches Jahr:

Chirurgie:
Department General Surgery, Department Plastic and Reconstructive
Surgery, University of Stellenbosch, Tygerberg (Südafrika)
Innere Medizin:
Medizinische Klinik, Thüringen-Klinik gGmbH „Georgius Agricola“
Saalfeld
Wahlfach Hals - Nasen - Ohrenheilkunde:
Klinik für Hals - Nasen - Ohrenheilkunde - Plastische Operationen - ,
HELIOS Klinikum Erfurt GmbH

Berufspraxis:

März - Sept 2008	Assistentenärztin in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der FSU Jena
Okt.2008 - Apr. 2009	Assistentenärztin in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde im HELIOS Klinikum Erfurt
Ab Mai 2009	Assistentenärztin in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der FSU Jena

Sonstiges:**Aktivitäten während
des Studiums:**

Feb. 2005: Wissenschaftliche Hilfskraft in der Biochemie der FSU Jena - Betreuung Studentenpraktikum
Okt. 2005 - März. 2006: Wissenschaftliche Hilfskraft in der Klinik für Innere Medizin der FSU Jena - Dokumentation klinischer Studien
Wissenschaftliche Hilfskraft in der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie - Nachtwachen

Fremdsprachen:

Englisch:	fließend
Latein:	gute Kenntnisse
Spanisch:	Basiskenntnisse

Hobbies:

Sport (Ski, Inline Skating, Te bo, Fitness), Violine spielen, Reisen

Jena, 08.12.2010

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. R. Schmidt sowie Herrn Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G.O. Hofmann für die Vergabe des Promotionsthemas, die hilfreiche Unterstützung während dessen Bearbeitung, die konstruktive Kritik sowie ständige Motivation.

Den Mitarbeitern der Ergotherapieambulanz der FSU Jena möchte ich dafür danken, dass ich deren Räumlichkeiten für meine Patientennachuntersuchung uneingeschränkt nutzen durfte und Sie auch für meine Fragen immer ein offenes Ohr hatten.

Des Weiteren möchte ich meinen Freunden, im Besonderen meiner guten Freundin Alexandra Kunze, einen großen Dank aussprechen, dass Sie mich bei der Formatierung und Korrektur der Arbeit hilfreich unterstützt haben.

Meinen Eltern danke ich für Ihren Glauben, Ihren Rückhalt und Ihre Unterstützung während des gesamten Studiums.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,
ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,
mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Dr. med. R. Schmidt, Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G.O. Hofmann,
die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,
dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und
dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Ort, Datum

Unterschrift des Verfassers